

## **Relatório de Estágio**

**Isabel Cristina Pessanha de Oliveira Colarinha Lourenço Claro**

**Relatório de Estágio de Mestrado em Gestão do Território,  
especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informação  
Geográfica**

**A Detecção Remota e os Sistemas de Informação Geográfica na  
contribuição dos grandes projectos de segurança aeroportuária**

**Setembro, 2012**

Relatório de Estágio apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território, área de especialização em Detecção Remota e SIG realizado sob a orientação científica de Professor Doutor Rui Pedro Julião.

*"Transportai um punhado de terra todos os dias e farás uma montanha."*

*(Confúcio)*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família todo o apoio, aos presentes e a uma estrela muito especial que me ilumina. Sem eles nada teria sentido.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Rui Pedro Julião, toda a paciência e apoio em todas as fases do trabalho desenvolvido.

Este ano de estágio na ANA - Aeroportos de Portugal S.A. promoveu o enriquecimento curricular e técnico, em amplas áreas da minha especialização em sede de Mestrado, e desde Setembro, no meu percurso inicial para o Doutoramento.

Destaco o forte espírito de entre-ajuda e apoio que encontrei na Direção da ANA Consulting e que desde já relevo a importância que teve no percorrer, com um ânimo e grande alento, este caminho. A todos agradeço.

Aproveito para agradecer ao Dr José Tomás Baganha, Director da ANA Consulting, e a Eng<sup>a</sup> Isabel Oliveira, Chefe de Divisão GIPTE da Direção ANA Consulting, a oportunidade do estágio. A todos os colegas da Direção e de outras Direções, com quem tive o privilégio de aprender e conviver neste ano.

O contributo e apoio de outras Direções da ANA - Aeroportos de Portugal S.A., como a DSTE e o gabinete de Segurança do ALS. Ambos foram fundamentais para o enquadramento de conceitos de âmbito operacional e no reconhecimento da tecnologia em uso em projetos como A-Guidance, BirdStrike, e fundamental no apoio do projecto SESAR . No que se refere ao apoio à Cartografia para o Projecto A-Guidance, agradeço ao Serviço de Operações do ALS.

Agradeço à NAV (Navegação Aérea Portugal) e à Força Aérea Portuguesa, o apoio prestado no reconhecimento do modo de tratamento da Cartografia e no feedback das dificuldades decorrentes no tratamento da mesma. Esta ajuda e visão foram fundamentais para a base do trabalho e contribuíram grandemente na formulação das primeiras questões.

Deixo um agradecimento muito especial, aos meus colegas e amigos Dr<sup>a</sup> Cátia Traça, Dr Jorge Almeida, e Professora Doutora Ana Bordalo, no apoio da revisão do trabalho, e a forte amizade em todos os momentos.

## RESUMO

A segurança, representa um factor preponderante no contexto da gestão das infra-estruturas aeroportuárias, e condiciona por isso todo o desenvolvimento operacional e administrativo envolvido. A responsabilidade dos aeroportos neste contexto, não se encerram nos limites de uma aerogare, estendendo-se a vários patamares de responsabilidade social, desde a entrada ou saída do País por parte de alguém ou algo, e terminando na responsabilidade Nacional que cada um desses pequenos passos, representam na segurança nacional e internacional.

O dinamismo de resposta que se impôs na gestão corrente e operacional das áreas aeronáuticas, marcou a passada década e as próximas, de enormes exigências, níveis de precisão altos e margens de erro baixas que idealmente se aproximem de valores nulos, tendo sempre em consciência que o que hoje se actualiza amanhã volta necessitar de nova adequação a novas exigências e necessidades.

O Aeroporto representa a infra-estrutura ou palco de acção, onde intervenientes de várias proveniências e níveis de responsabilidade (Stakeholders e passageiros), se integram na operacionalização concertada ao mesmo objectivo. A correcta acção pode definir a correcta parametrização de deveres e responsabilidades de cada um destes elementos na mais adequada gestão das operações diárias, a um ponto de vista global aos vários interesses, promovendo a sustentabilidade.

A promoção de projectos inovadores, na intensificação de segurança, e no incremento sustentado da qualidade ao serviço prestado, são exigências dos organismos reguladores comunitários e internacionais. Com a constante modernização, estes devem procurar soluções mais adequadas com base em novas tecnologias que se revelem altamente qualificadas a darem resposta aos novos problemas, e prevendo idealmente uma abertura a novos estudos, a novas respostas que antecipem novas dificuldades, como uma espiral que constantemente evolui.

A esse objectivo, as empresas necessitam promover a cooperação, de modo a promover um enriquecimento dos resultados, estimulando uma actualização interna de conhecimentos cuja sinergia criada impulsiona e incentiva a satisfação do capital humano.

A Direcção ANA Consulting (Direcção de acolhimento do estágio), é uma área de desenvolvimento de projectos de inovação e tecnologia, e é um exemplo da aposta tecnológica da ANA neste sentido.

O estágio previu o acompanhamento do projecto A-GUIDANCE, e sua implementação nos aeroportos Nacionais. O projecto prevê a parametrização e controlo de veículos,

aeronaves e stands no Lado Ar dos Aeroportos, para elevar índices de segurança, cumprindo pressupostos e exigências nomeadamente da ICAO, nestas áreas críticas. Esta necessidade verifica-se, pela elevada percentagem que ocupa no geral de acidentes aeronáuticos, os ocorridos nos Runways e Taxiways, nos momentos críticos da aterragem e descolagem de aeronaves.

Este projecto encontra-se numa fase de planeamento e implementação aos aeroportos que se enquadram no universo da gestão da ANA. A cartografia aeronáutica, foi um dos enfoques principais pois encontrava-se repartida no seu domínio e responsabilidade por várias entidades cujos interesses e métodos divergiam. A necessidade de uniformizar dados a pressupostos estipulados em normas regulamentares já estabelecidas, foi a primeira prioridade.

O projecto G-AOC, procura o desenvolvimento tecnológico baseado em tecnologias de deteção remota (radar), que se integre numa plataforma SIG, permitindo a extração automática de mudanças de terreno em perímetros urbanos, em cumprimento ao ciclo AIRAC, com uma precisão concordante ao exigido no Anexo 15 da ICAO (E-TOD).

Pretendia-se também, o envolvimento e conhecimento das actividades relacionadas ao SGIDI da ANA, compreendendo a importância dos procedimentos aeroportuários na relação e gestão da cadeia de processos dos grandes projectos ATM Europeus e Internacionais futuros, como o SESAR, tendo em conta a necessidade de sustentabilidade (económica, ambiental) e a vantagem de interoperabilidade e gestão inteligente como meio para uma maior competitividade.

**PALAVRAS-CHAVE: aeroporto, segurança, sustentabilidade, gestão de operação, tecnologia**

## **ABSTRACT**

Safety represents a key factor in airport infrastructure management, and therefore affects the controlling involved in operational and administration. The domain of the responsibility in this context extends the limits of a physical area, for various levels of the social sphere as all the entrances and exits of passengers and goods represents national and international security issues.

The dynamic response imposed to current operational management of aeronautical infrastructures, has marked the last decades, and will imply improving levels of accuracy and low error rates in controlling at all levels in the future. The awareness that all present updates need new technological adaptations in a near future considering new requirements and adaptations must be always considered as a reality.

Airports are the scene of action where players from different backgrounds and levels of responsibility (stakeholders, passengers) are integrated in the same concerted operational objective. The correct action can set a correct parameterization of duties and responsibilities, on each of those elements in the role of daily operational management to a more sustainable pursuit of a global objective.

Innovative projects enhancing security and sustainable procedures increase service quality at all levels. Nowadays, the availability of new rising technologies appears as an opportunity, to develop and explore solutions of problems. At same time, technological modernization opens prospect to new studies, which can anticipate new challenges for new difficulties, similar to a constantly evolving spiral.

The prospect technological development requirements are mandatory, by international regulatory bodies, as the improvements reached for now, prove the crucial and efficiency of technology in current management.

To reach the internal human capital enrichment, companies should promote cooperation to stimulate and update knowledge.

ANA Consulting is an area of project and technological development based on innovation.

The training period foresaw the monitoring project, A-GUIDANCE through implementation of the project at all national airports managed by ANA, SA. The project considers specific needs and local requests, in order to comply with the ICAO requirements.

The project foresees the parameterization and control of vehicles, aircrafts, stands and human action procedures, at airport air side, as an effective manner to raise level of security in these critical areas. The high percentage of accidents at critical moments of

landing and takeoff of aircrafts occurs in runways and taxiways, which has raised compliance of ICAO requirements, and increased levels of controlling in these areas.

The main goal consisted in creating data standardization (cartography) in compliance to ICAO requirements, as well as to organize information that was divided in domain and responsibility in various entities with diverse interests and methodology. An example of the workflow procedure was applied at Faro airport, in submission to a defined structure of cartographical elements.

The G-AOC project objective, concerns the development of a remote sensing technological base method (radar), integrated in a GIS application, allowing extracting land change detections in compliance to AIRAC cycle with accuracy demanded in E-TOD (ICAO Annex 15).

It was also intended, the involvement and acknowledgement of ANA SGIDI activities, including the understanding of airport procedures in chain management processes, integrated in projects for European and international ATM future as SESAR. Taking in to account the advantage of technology to improve sustainability (economic and environmental), as well the advantage of interoperability for improved management and competitiveness.

**KEYWORDS:** airport, safety, security, sustainability, operation management, technology



## ÍNDICE

<b>I. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1. ENQUADRAMENTO .....	1
2. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO COMPETÊNCIAS ACADÉMICAS ...	2
3. ÂMBITO DO ESTÁGIO.....	3
3.1 Actualidade.....	4
4. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO À ACTIVIDADE AEROPORTUÁRIA	5
5. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	7
5.1 SIG.....	7
5.2 Detecção Remota.....	9
<b>II. PROJECTOS DESENVOLVIDOS.....</b>	<b>12</b>
1. A-GUIDANCE .....	12
1.1 Trabalho Desenvolvido.....	13
1.2 Processo de Aquisição e Tratamento de Dados.....	13
1.3 Metodologia.....	14
1.4 Resultados.....	18
1.5 Problemas e Adversidades.....	19
1.6 Trabalhos Futuros.....	21
2. SESAR .....	23
2.1 Trabalho Desenvolvido.....	25
3. TRANSPORLIS .....	26
3.1 Trabalho Desenvolvido.....	27
3.2 Trabalhos Futuros.....	28
4. BIRD STRIKE .....	29
4.1 Trabalho Desenvolvido.....	31
4.3 Trabalhos Futuros.....	32
5. G-AOC.....	32

5.1 Processo de Aquisição e Tratamento de Dados.....	35
5.3 Trabalhos Futuros.....	37
<b>6. OUTROS PROJECTOS.....</b>	<b>38</b>
<b>III. CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>IV. BIBLIOGRAFIA(S) / REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>
<b>V. LISTA DE FIGURAS OU ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>VI. LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>48</b>
<b>VII. ANEXO(S) .....</b>	<b>49</b>
1. ANEXO 1 – RELATÓRIO CURSO ESA.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS

AIRAC - Aeronautical Information Regulation And Control,

ASC – Aeroporto Sá Carneiro (Porto)

AFR - Aeroporto de Faro

ALS – Aeroporto de Lisboa

ASN – Airport Safety Nets

ATM – Air Traffic Management

DAA – Direcção dos Aeroportos dos Açores

DEM – Digital Elevation Model

EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service

G-AOC – Geo-referenced Airport Obstruction Charts

GLONASS – Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (*Sistema de Navegação Global por Satélite*)

GNSS – Global Navigation Satellite System

GPS – Global Positioning System

iCWP – independent Control Working Position

InSAR - Interferometric Synthetic Aperture Radar

LIDAR – Light Detection And Ranging, (airborne laser scanning)

RTW – Remote Tower

RT – Remote Towers

RWY – Runway

SESAR - Single European Sky ATM Research

SES - Single European Sky

SPR – Surface Planning and Routing

UDPP - User Driven Prioritization Process

LDC – Land Change Detection

# **I. INTRODUÇÃO**

## **1. ENQUADRAMENTO**

O presente relatório, visa identificar as tarefas desenvolvidas pela estagiária Isabel Cristina Pessanha de Oliveira Colarinha Lourenço Claro, durante o estágio na ANA – Aeroportos de Portugal S.A., na Direcção da ANA Consulting sob orientação interna da Eng<sup>a</sup> Isabel Oliveira, Chefe de Divisão da área de GIPTE e do Dr. Tomás Baganha, Director da ANA Consulting.

Este decorreu no período entre 11 de Julho de 2011 e 10 de Julho de 2012, e enquadrou-se no Estágio Profissional para atribuição do grau de Mestre em Gestão do Território, na área de especialização de Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, na Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, da Universidade Nova de Lisboa (FCSH-UNL). O interesse do estágio deveu-se à necessidade de enquadrar, no tecido humano da ANA – Aeroportos de Portugal S.A., o conhecimento técnico-científico, nas temáticas relativas à informação geográfica e detecção remota. Este surgiu no envolvimento existente em sede de projectos em curso e perspectiva de desenvolvimento. A necessidade de apoio, nomeadamente nas áreas da Cartografia, ao projecto A-Guidance, as temáticas de detecção remota relativas às novas tecnologias radar com o projecto G-AOC, tendo em vista o enquadramento ao novo satélite – GALILEU e projectos R&D no âmbito do SESAR, foram fortes dinâmicas para a promoção do estágio numa área de inovação tecnológica.

No entanto, no decorrer do período de estágio, foram sendo identificadas novas necessidades, cujo apoio a outros projectos, promoveu a oportunidade de envolvimento, bem como albergar novas competências técnicas e procedimentais, que enriqueceram e estruturaram, o aproveitamento deste ano de uma forma muito mais aliciente e proveitosa.

Nesse sentido com o interesse de consolidar conhecimentos técnicos mais aprofundados nas temáticas relativas à Detecção Remota, no domínio da interferometria radar, foi promovido junto da ESA, entre os dias 26 e 27 de Setembro de 2011, a frequência a um curso de promoção à nova versão do SW NEST 4.B da ESA, no qual o processamento inSAR, era amplamente abordado. Neste documento (em

anexos) vem o relatório remetido ao promotor desta oportunidade, Mr Bjorn Rommen da ESA (Anexo a), são identificados os objectivos alcançados, as expectativas relativamente à formação, as dificuldades encontradas, a aplicação a projectos existentes e as perspectivas futuras.

Destaco igualmente a oportunidade e apoio na participação do projecto **A-GUIDANCE, G-AOC, SESAR JU, TRANSPORLIS, SMART-NET**, que promoveram de uma forma única a percepção do trabalho e *modus operandis* num ambiente de desenvolvimento tecnológico. Os projetos desenvolvidos seguiram modelos de cooperação e envolvimento diversificados (parceria com entidades externas, programas de financiamento e cooperação com grupos Europeus e da comunidade), o que promoveu uma experiência muito gratificante e enriquecedora.

## **2. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO ÀS COMPETÊNCIAS ACADÉMICAS**

Em termos académicos a formação base em Urbanismo – Planeamento e Ordenamento do Território, orientou o rumo para uma especialização vocacionada às tecnologias de análise e observação do território. Estas são fundamentais na actividade de gestão aeroportuária, sobre a perspectiva de integração estratégica dos aeroportos nas cidades, regiões e nações. Os novos paradigmas Internacionais para a gestão aeronáutica, potenciam novos conceitos de integração do transporte aéreo a outros sistemas de transporte (Iniciativas INTERREG III e Livro Branco da Comissão Europeia).

A gestão e a integração em projecto de instrumentos de regulação e legislação, bem como a própria noção das capacidades extensas dos softwares GIS (Open Source, capacidades de integração, e apoio da WEB), potenciam a implementação de soluções que podem ser mais adequadas e eficazes. Cada vez mais o modo de utilização da informação e tecnologias, permite potenciar as empresas a serem mais competitivas e eficientes nos seus mercados de atuação.

A base de estudo dos fenómenos geográficos, assentam em plataformas SIG (Sistemas de Informação Geográfica). A aproximação a estes sistemas aconteceu na licenciatura, sendo que em sede do Mestrado e em Doutoramento, os conhecimentos mais técnicos e aprofundados acabaram por ser consolidados. A abordagem aos SIG

numa perspectiva mais especializada (SIG Municipal, Cartografia Digital e Design, SIG nas Ciências Sociais, SIG e Análise Espacial, Ciências da Informação Geográfica) capacitou o entendimento destes enquanto ferramenta, mas permitiu, sobretudo, uma abordagem mais estratégica à implementação e operacionalização em consonância a outros instrumentos fulcrais à materialização de projectos em ordenamento do território.

Da mesma forma, a integração de conhecimentos na área da Deteção Remota, também adquiridos em Mestrado, e aprofundados em Doutoramento, revelou-se uma mais-valia no acompanhamento de projectos baseados nessa tecnologia.

### **3. ÂMBITO DO ESTÁGIO**

A ANA - Aeroportos de Portugal S.A. é a empresa que gere as infra-estruturas aeroportuárias de Portugal (Continente e ilhas).

Em termos de enquadramento histórico, a ANA expandiu-se como órgão de gestão dos aeroportos sobre sua responsabilidade a partir da década de 80. Foi a partir desta altura que sucedeu a grande expansão da actividade aeronáutica em Portugal e no mundo. Esta época ficou assinalada com os grandes investimentos em infra-estruturas e na renovação de sistemas de controlo e gestão, em termos de *core* da actividade. É também de assinalar novas investidas em áreas inexploradas e de grande importância no âmbito da expansão do negócio como o *free shop*, *rent-a-car* e estacionamento. Factores esses que impulsionaram a demarcação da ANA como pioneira no desenvolvimento de mercados para os seus próprios parceiros de negócio e sob os quais esta beneficiou em termos económicos.

Destaca-se ainda nesta fase a inclusão da empresa em órgãos internacionais, o que implicou um reajustamento a normas e regulamentos (Eurocontrol, ICAA - Associação Internacional de Aeroportos Civis, ICAO – Organização Internacional de Aviação Civil e AOCI – Conselho Internacional de Operadores Aeroportuários). Estas parcerias condicionaram, capacitaram e posicionaram a empresa num patamar diferente no reconhecimento dos seus pares internacionais.

A década seguinte, no período dos anos 90, marcou uma tendência de descentralização focada no *core* de cada área de negócio, implementando uma divisão estrutural nesse sentido. A reorganização permitiu que a ANA ganhasse competências e capacidade a percorrer novos mercados de abrangência, nomeadamente a área de serviços a terceiros. Esta foi uma conturbada época, marcada por situações de grave instabilidade social, política e financeira em termos Mundiais, onde se destaca o impacto da Guerra do Golfo e o 11 de Setembro de 2001, cujo impacto na gestão da segurança foi crucial, na importância do enquadramento das novas tecnologias na monitorização e gestão da informação ao serviço da qualidade do serviço a prestar.

No final da década de 90 a ANA na altura E.P – Empresa pública dividiu-se em duas empresas. Desta divisão surgem a ANA – Aeroportos de Portugal S.A. com responsabilidade de gestão do serviço público aeroportuário (sete aeroportos portugueses) e a NAV- E.P. com responsabilidade no domínio da navegação aérea.

A ANA tem, desde essa altura, adaptado a sua estratégia de gestão, rentabilizando em termos de ativos comerciais e imobiliários as áreas dos aeroportos sobre sua gestão, tendo em conta a aposta na expansão da capacidade e na promoção de novas rotas.

### **3.1 Actualidade**

*The airport of Lisbon was responsible for almost half (49.2%) of the total number of passengers embarked and disembarked in Portugal in 2010, with 7 million in each of the movements, followed by the airport of Faro and Francisco Sá Carneiro Airport (Porto), with 2.6 million passengers by each direction in each of the airports (<http://www.globalairportcities.com/events/airport-cities-2012-april-25-27/about-airport-cities-2012>).*

Os dados do INE no Relatório de Estatísticas Oficiais dos Transportes (INE, 2010) para 2010, demonstram que relativamente à atividade do transporte aéreo, os dados revelam-se promissores na tendência positiva do crescimento de passageiros, contrariando os números nomeadamente do ano anterior (2009).

Embora os movimentos tenham decrescido, a taxa de ocupação e de passageiros transportados aumentou, o que se revela numa tendência de gestão mais

sustentável. Estes valores, contribuem para que a ANA se mantenha na vanguarda como uma das Empresas Portuguesas que contribui ativamente em planos de sustentabilidade ambiental, como é o exemplo da recente renovação da Acreditação de Carbono ao nível do “Mapeamento” pela ACI, onde representa em termos Europeus o maior gestor aeroportuário a acreditar todos os aeroportos sob sua gestão.

A capacidade de implementação destas políticas de sustentabilidade, em linha com as estratégias e gestão das infraestruturas aeroportuárias, é fruto de uma dinamização tecnológica e inovação de meios, que para a ANA – Aeroportos de Portugal S.A., tem estado presente na sua preocupação de gestão no passado, presente e futuro. Essa aposta, tem contribuído para a promoção da mesma, junto de organismos internacionais de grande relevância no sector aeronáutico, como a ACI e a ESA, apostando na ANA – Aeroportos de Portugal S.A., para parceiro tecnológico de projetos colaborativos pela confiança na credibilidade da Empresa, bem como pelo seu *Know-How* reconhecido em I&D.

#### **4. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO À ACTIVIDADE AEROPORTUÁRIA**

As tecnologias impulsionam cada vez mais o desenvolvimento e a atractividade no panorama económico actual. A importância destas no seio nacional e internacional, é crucial para o aumento e legitimação de quase todas ou mesmo todas as áreas de negócio. Posto isto, a aposta na qualificação e na estruturação de uma rede que inclua a técnica, a investigação e a operacionalização dos meios, é crucial a todas as empresas com perspectivas de crescimento e sustentação no domínio empresarial.

A aposta da ANA Consulting na inclusão de *know-how* em domínios tecnológicos na área da Deteção Remota e SIG, permite a vantagem estratégica de capacitar a ANA – Aeroportos de Portugal S.A. de reconhecimento de oportunidades de trabalho nestas áreas, e de supervisionar projectos desta natureza sem a necessidade de adquirir externamente este serviço, capacitando deste modo a empresa não só a aproveitar mais meios financeiros, como alterando a responsabilidade e tornando-a mais activa e determinante como parceiro.



A futura privatização da empresa é um factor relevante cuja estratégia vem a ser concertada, no sentido de valorizar o tecido empresarial incrementando valor de mercado, sendo a grande mais-valia da ANA – Aeroportos de Portugal S.A., o conhecimento e a experiência em investigação e desenvolvimento destas tecnologias em termo de operacionalização de soluções. Esta qualidade tem vindo a ser reconhecida internacionalmente, nomeadamente na aposta de parceiros de grande credibilidade e autonomia no sector, em eleger a ANA – Aeroportos de Portugal S.A., para papéis estratégicos em projectos de grande projecção internacional, bem como na participação activa em conferências e publicações do sector aeronáutico, onde se verifica o enorme interesse da comunidade nos temas e projectos em divulgação.

Neste campo, sendo a ANA – Aeroportos de Portugal S.A. uma empresa com sustentada capacidade de desenvolvimento no campo tecnológico, e com perspectivas de projectos e negócios a larga escala com importantes parcerias internacionais, a aposta clara no enriquecimento do seu tecido humano é crucial para a sustentabilidade futura das estratégias de crescimento a longo prazo. A aposta na consolidação desse conhecimento, promove um impulso à modernidade, ao desenvolvimento, e eleva a capacidade da empresa em destacar-se no mercado potenciando a rentabilização do conhecimento da maneira mais benéfica.

No enquadramento dos conhecimentos aplicáveis da área de especialização ao estágio desenvolvido, insere-se a necessidade de conhecimentos técnicos de aplicação das novas tecnologias ao reconhecimento terrestre para vários fins específicos à gestão corrente, e de enquadramento futuro. As novas tecnologias, abrem um novo espectro de possibilidades de desenvolvimento e modernização, que as grandes empresas e Estados ambicionam com um crescente interesse explorar.

O projeto G-AOC (Geo referenced Airport Obstruction Charts), por exemplo, permitiu a aplicação de conhecimentos na temática da Detecção Remota, nomeadamente, na análise de documentos técnicos, acompanhamento de resultados, e no apoio ao pedido de patentes, que requereu uma análise técnica aprofundada para a justificação da cedência da mesma.

## 5. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A rede de transportes são veículos potenciadores das regiões, e responsáveis em grande parte pela sustentabilidade das mesmas. Os novos conceitos emergentes como os “airport cities” promovem a responsabilidade social destas infra-estruturas nas regiões e espaços onde se enquadram. A estratégia de desenvolvimento sustentável para a inclusão de políticas integradas de transporte, aos IGT-Instrumentos de Gestão Territorial, tem de ser estruturada a níveis que não se esgotam na pura existência física da mesma. Estes devem ir mais além construindo um caminho sustentado, em termos de regulação, legislação e estratégia a essa inclusão, articulada aos IGT de carácter local, regional e de orientação nacional e internacional.

*“A new strategic approach to airport planning and associated commercial development is gaining prominence around the world. This is the airport city and aerotropolis model. It consists of an airport-centered commercial core (the airport city) and outlying corridors and clusters of aviation-linked businesses that make up the greater aerotropolis. Virtually all commercial functions found in a modern metropolitan downtown are establishing themselves in airport cities and their surrounding aerotropolises (...). As an increasing number of commercial activities and businesses locate on and around airports, they are transforming airport areas into new urban growth destinations where air travelers and locals alike work, shop, meet, exchange knowledge, eat, sleep, and are entertained without going more than 15 minutes from the airport. Multimodal transportation infrastructure (air, highway, rail, and links to ports) connect airport city and aerotropolis businesses and people to markets near and far, driving and shaping their growing local, regional and global significance (...).”<sup>1</sup>*

### 5.1 SIG

Os SIG são um conjunto de procedimentos, manuais ou automatizados, utilizados no sentido do armazenamento e manipulação de informação georreferenciada (ARONOFF, 1989). O termo Geoprocessamento refere-se à aplicação de técnicas matemáticas e computacionais para tratamento da informação geográfica. Esta tecnologia, é nomeadamente aplicada para áreas de Cartografia, Análise de

Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planeamento Urbano e Regional.

O propósito da informação nesse contexto, é de potenciar a melhor gestão, através de um uso eficiente dos recursos (humanos, materiais, infraestruturas, meios e equipamentos, financeiros e tecnológicos). Os SIG são, por isso, instrumentos cada vez mais imprescindíveis para a realização de tarefas de planeamento, gestão e ordenamento do território, pois grande parte da informação nestas áreas é de natureza geográfica.

No entanto, de forma a garantir a eficácia das acções de planeamento, impõe-se a actualização constante da informação de referência que visa caracterizar cenários através da representação de dados, fornecendo uma vantagem no planeamento estratégico e gestão operacional. Permitem processar informação geográfica, armazenar e integrar atributos e entidades gráficas relacionadas com os objectivos geográficos (ADRIANO, 2001), cada vez mais indispensável em análises espaciais em sectores de actividades como o Marketing, Administração Financeira, Administração de Recursos Humanos, Gestão Empresarial e Municípios.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), por sua vez, são sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Permitem também compilar a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. Estes dados de várias proveniências e naturezas, são compilados em bases de dados que permitem uma representação variada da informação pela adopção de formatos (vectorial; raster) que possam ser mais eficientes para a expressão da informação em análise.



**Figura 1** – Esquema de operacionalização de um sistema SIG.

## 5.2 Detecção Remota

A detecção remota, segundo a resolução 41/65 da Assembleia Geral da ONU, de 9 de Dezembro de 1986, está definida como conceito, ...”*como o registo da interação da radiação electromagnética com a superfície da terra a partir do espaço por meio de sensores*”...

Sendo uma ciência, que lida com métodos de observação da terra, numa vasta extensão de fenómenos, tem uma interface cada vez mais relevante com outras áreas científicas, e uma crescente aplicabilidade operacional.

Os Detectores Radar, operam em comprimentos de onda mais curtas condicionando a resolução espacial obtida (mais baixa resolução espacial). São sensores denominados activos, dado que o sensor emite um sinal que é novamente detectado, através do qual o tempo é medido para determinar a distância do detector ao alvo. De uma forma simplificada, o radar consiste num equipamento que efectua a medição de distâncias ou alcance (*range*).

A atractividade desta tecnologia (radar *spaceborne*), para a aplicação aeronáutica, nomeadamente o InSAR, reside na capacidade acrescida de captar dados independentemente da condição atmosférica e não intervindo com o tráfego aéreo, ao contrário da tecnologia que se encontra a ser presentemente utilizada, para a elaboração das cartas aeronáuticas através de sensores aerotransportados, LIDAR

(Sensor aerotransportado). A tecnologia InSAR – Interferometria radar, consiste na captação de duas imagens da mesma área, neste caso dado tratar-se de um radar de abertura sintética, por meio de duas antenas, através do qual permite captar a altitude de elementos de terreno para a construção de modelos, e captar entre data diferentes alterações no mesmo. A diferença da fase (separação das antenas, o intervalo das passagens) potencia a construção de interferogramas que identificam as diferenças. A acrescer os benefícios do InSAR, temos as condições financeiras de aquisição destes dados. Tendo em linha de conta também o impacto financeiro indirecto que acarretam, na comparação de aquisição de dados por sensores aerotransportados e sensores espaciais.

*.....“LIDAR and INSAR are both active sensors emitting a pulse of energy and recording its return at the sensor. LIDAR uses a rapidly pulsed laser rangefinder mounted in a light aircraft with accompanying differential GPS and INS (inertial navigation system) to locate and orient the aircraft. Ten thousand to 30,000 XYZ points are surveyed per second with a spatial precision of a few decimeters, at a cost of a few hundredths of a cent per point. Flying height is on the order of 1,000m and airspeeds are on the order of 100 knots. The surveyed points include ground, vegetation, and structures, and require extensive filtering to extract usable terrain models. In heavily vegetated areas LIDAR systems can be challenged to locate the ground surface. Most LIDAR systems use a near-infrared laser that does not penetrate fog or rain.”<sup>4</sup>*

*INSAR bypasses some of these problems. Flying higher and faster than most LIDAR systems, an INSAR-equipped plane can cover large areas. Longer (cm to m) wavelengths penetrate fog and rain. Extensive development work has resulted in systems that process data almost as rapidly as it is acquired. Unfortunately there are wave-length related tradeoffs: longer, ~0.5 m (P-band) wavelengths with the potential to penetrate vegetation to the ground of necessity lack high spatial resolution; wavelengths of a few cm (X-band) provide better spatial resolution but image the tree tops.”<sup>4</sup>*

O enquadramento do interesse da aplicabilidade destas tecnologias, na observação de fenómenos terrestres, com um baixo custo de aquisição, não dependentes das condições atmosféricas, com uma precisão de dados adequada às

necessidades verificadas e com uma resolução temporal cada vez maior, amplia a atratividade em várias áreas científicas e empresariais. De entre as quais se verifica o interesse crescente da comunidade aeronáutica, em sectores cruciais como a segurança, em que tecnologias desta natureza podem potenciar soluções inovadoras.

O interesse que cercou o projecto G-AOC, não só em âmbitos nacionais, mas também nos Workshops, congressos, e eventos Internacionais (ACI, INO, Eurocontrol, FRINGE) em que houve disseminação da solução, assim o comprovam.

## II. PROJECTOS DESENVOLVIDOS

No enquadramento do estágio decorrido as funcionalidades dos SIG e da Detecção Remota, representaram o interesse e são o elo comum aos projectos apresentados.

### 1. A-GUIDANCE

O projecto A-Guidance procura testar uma solução tecnológica de baixo custo, para o controlo do posicionamento de veículos nas áreas operacionais, nomeadamente, em condições de baixa visibilidade e de intensidade das operações.

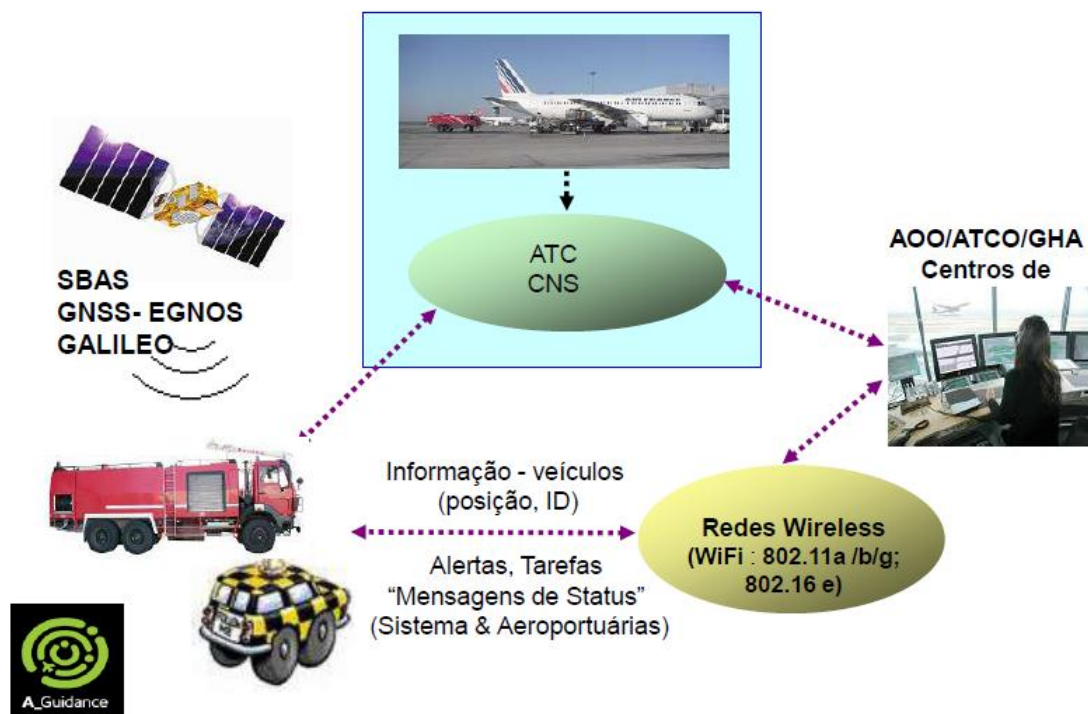


Figura 2 – Arquitectura A-Guidance.

A capacidade dos SIG, como plataforma de integração de quase todos os formatos de informação, amplia grandemente a sua capacidade de análise, na associação de dados até então impossíveis. O tratamento topográfico da informação, é fundamental para que a integração de dados ocorra, com o menor erro possível. Para isso, e dado que toda a transformação de dados acarreta um erro mínimo, é necessário que se defina um processo metodológico que oriente um fluxo de

procedimentos para o alcance coerente desses objectivos. A necessidade de uma base cartográfica actual e consolidada às exigências das normas internacionais do sector, é fundamental e representa um aspecto crítico da gestão desta informação por parte da ANA – Aeroportos de Portugal S.A

Nesse sentido é crucial manter uma lógica e estrutura bem definidas, que orientem de forma clara uma metodologia de aquisição, tratamento, compilação e níveis de responsabilidade de manutenção da Cartografia de cada aeroporto, consolidada ao geral, e com respeito às normas Internacionais que as mesmas se devem regular.

### **1.1 Trabalho Desenvolvido**

Nesse sentido, e tendo por exemplo o Aeroporto de Lisboa (base cartográfica mais fiável), efetuei o tratamento dos dados relativos ao Aeroporto de Faro (base cartográfica para retificar). A metodologia pretendeu orientar um processo de tratamento da informação, organizada a uma base estruturada ao exigido no Anexo 15 da ICAO. Desse modo, organizou-se uma geodatabase com a informação cartográfica de Faro, organizada pelas shapes que orientam a informação recebida mensalmente pela Jeppeson, que se encontra em conformidade ao regulamentado para a cartografia aeroportuária Internacional.

### **1.2 Processo de Aquisição e Tratamento de Dados**

Os dados obtidos para este trabalho foram oriundos dos vários aeroportos, cuja gestão é ANA – Aeroportos de Portugal S.A.. A proveniência dos dados é variada, não se centrando a gestão dos mesmos num único órgão responsável. Esta situação promoveu que todos estes dados estivessem em formatos e bases díspares com inúmeros problemas de correcção e omissão. A base da cartografia existente tinha formatos muito diferentes: AutoCAD, Microstation, e alguns dados em Shape. A proveniência de dados foi dispersa, sendo remetida por cada aeroporto na base que dispunha.

A aquisição e tratamento de dados, visa responder à necessidade de criação de uma base única uniformizada, com layers organizadas por temas, como é o caso da Cartografia estruturada para Lisboa, que permita, após este trabalho inicial, ser um



veículo de informação que esteja preparado, nomeadamente em todos os círculos AIRAC\* - Aeronautical Information Regulation And Control ([http://www.bleedair.de/index.php?option=com\\_definition&func=display&letter=A&Itemid=78&catid=52&page=1](http://www.bleedair.de/index.php?option=com_definition&func=display&letter=A&Itemid=78&catid=52&page=1)), e que possa estar disponível a diversos propósitos. O intuito de uma cartografia aeronáutica, com índices de fiabilidade elevados na representação de dados, pode ser crucial na gestão operacional diária.

Esses efeitos podem ser percursos de uma rápida integração de projectos com incidência e base geográfica e na estrutura dos aeroportos, onde uma cartografia coerente é fundamental na concertação de acções e delimitação de prioridades num cenário de crise.

Nesse sentido tiveram-se em conta determinados documentos fundamentais, como os documentos e anexos da ICAO, ISO's, documentos Eurocontrol, documentos cruciais ao entendimento de imposições legais existentes no domínio da aviação civil comercial, entre outros (Vide bibliografia).

### 1.3 Metodologia

A primeira parte do trabalho consistiu na organização e reconhecimento dos dados existentes para todos os Aeroportos sob a gestão da ANA, SA. Tendo em vista o objectivo do trabalho proposto, procurou-se uma homogeneização dos dados cartográficos de todos os aeroportos de gestão da ANA – Aeroportos de Portugal S.A., adequando-os à normalização exigida pelos organismos nacionais e internacionais (INAC; ICAO) e tendo em conta o *modus operandis* de outras entidades, das quais destacamos a NAV, numa primeira fase. Isto trouxe logo uma enorme dificuldade dada a disparidade e falta de coerência entre a informação, pois os dados não tinham uma lógica global intrínseca.

---

\* AIRAC - Aeronautical Information Regulation And Control - it defines a series of common dates and an associated standard aeronautical information publication procedure for states. The worldwide airspace usage and respective organization is subject to constant change and requires defined updates published in AIRAC cycles. Since the AIRAC cycle was adopted by the ICAO in 1964, a monthly publication is provided with a valid time frame of 28 days (worldwide effective days are always on a Thursday). Each AIRAC cycle shows the effective time frame (i.e. 26/AUG/2010 - 22/SEP/2010) and a designation number (i.e. 1009 for cycle number 9 of the year 2010).

Os dados recolhidos tinham formatos e proveniências distintas e tiveram, por isso, de ser analisados e rectificados em SIG, de modo a enquadrá-los coerentemente de acordo com a sua natureza (DWG, DXF) e de forma a poderem ser integrados com outra informação (Georeferenciação e rectificação de dados). Neste sentido foram analisadas todas as layers e aplicou-se uma limpeza topológica para a extracção e correcção de elementos que evidenciaram conflito em SIG (duplicações de linhas por sobreposição de layers, áreas mal fechadas que não formavam polígonos, entre outras) o que permitiu uma exportação para shape (Shp – formato de dados Sig) o mais íntegra possível.

Após esta etapa, procedeu-se a uma análise dos dados existentes e à confrontação aos dados necessários. Segundo as normas internacionais que definem os parâmetros da cartografia aeronáutica. Nesse sentido verificaram-se os dados a compilar, e de modo a estruturar as shapes segundo as normas da ICAO. Este passo realizou-se manualmente sem uma metodologia automática, procedendo-se a um reconhecimento dos dados para cada um dos elementos a figurar.

A relação entre dados foi morosa e teve de ser analisada criteriosamente. A forma encontrada, foi a de eleição de uma base de dados (Lisboa) mais adequada e enquadrada às necessidades, e perante esta, criado à sua semelhança, uma matriz de dados que sustentasse da melhor forma os objectivos propostos para a delimitação da cartografia dos restantes aeroportos.

No caso da cartografia aeronáutica os parâmetros de georreferenciação, devem seguir o estipulado no anexo 15 - *Common reference systems for air navigation*, de Julho de 2004, artigo 3.7 da ICAO, onde se determina o sistema de projecção de referência (GCS\_WGS\_1984) e o Datum (D\_WGS\_1984).

*“3.7.1.1 World Geodetic Systems – 1984 (WGS 84) shall be used as the horizontal (geodetic) reference system for international air navigation. Consequently, published aeronautical geographical coordinates (indicating latitude and longitude) shall be expressed in terms of the WGS-84 geodetic reference datum.”*

Primeiros passos:

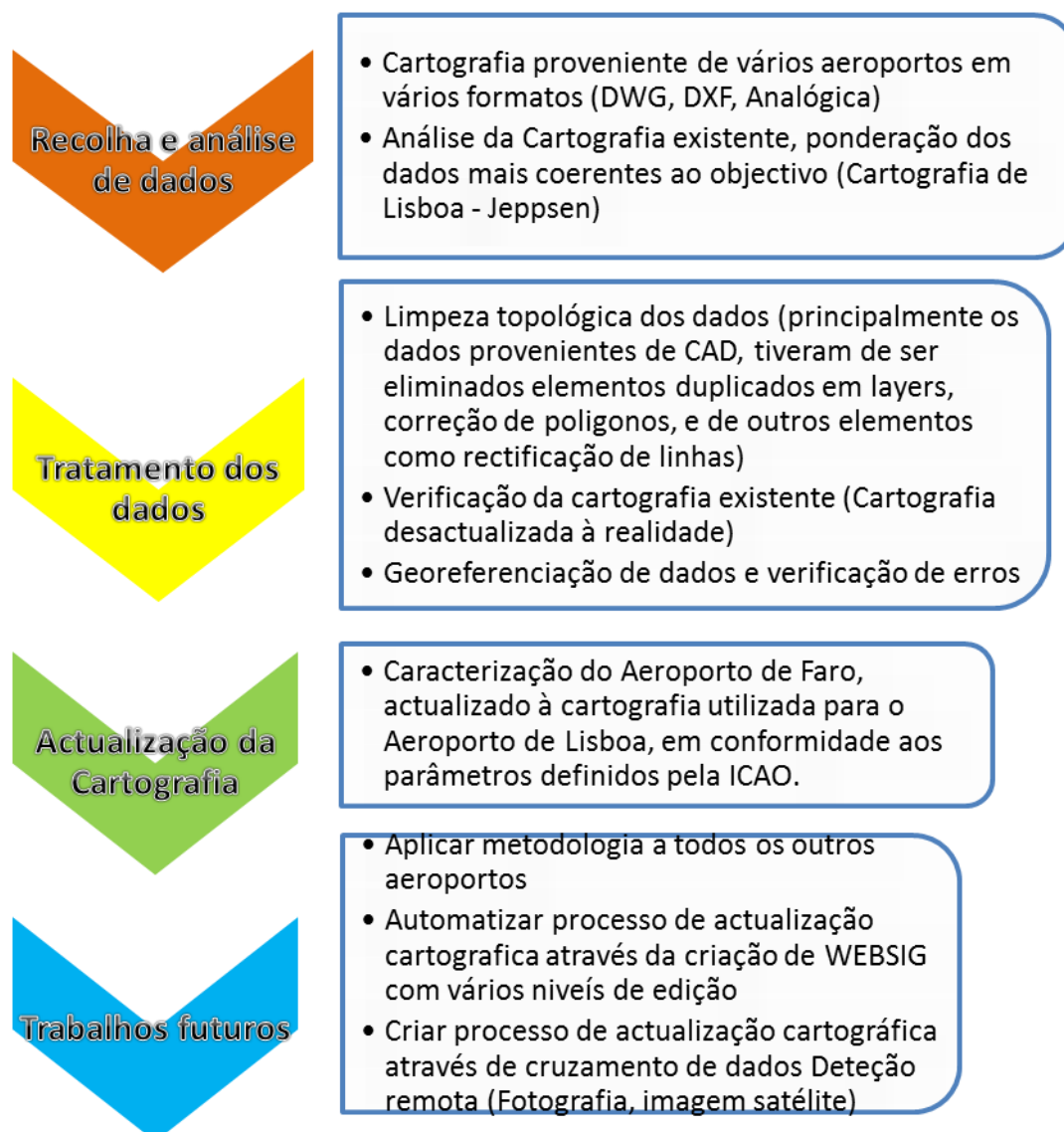
- Importação desenho CAD para a nova Geodatabase, organização de uma nova topologia de dados (limpeza topológica dos dados).
- Após a criação foi efectuada a validação da mesma (validação dos erros numa tabela, permitindo aceder a identificar os mesmos, e dando a possibilidade individual de correcção). Os erros variaram conforme a sua configuração geométrica (Polígonos, aplicando a regra Must not overlap - correcções de natureza – subtracção, união ou a criação de nova feature; Linhas, aplicando as regras Must not overlap - correcções de natureza – subtracção (quando prevendo as duplicações dos elementos), Must not have dangles, nas correcções de overshoot (Comando Extend) e undershoot (Comando Snap))
- Criação de nova geodatabase (2Feature Datasets):
- Apoio – layers de AutoCAD para o apoio na edição das layers do Projecto.
- Cartografia\_oficial\_AFR - layers com os conceitos e propósitos exigidos nas normas internacionais para a aeronáutica.

Cada uma das layers do projecto, foi editada manualmente. Com a preocupação de a estruturar correctamente à de Lisboa, importando todos os atributos em conformidade às layers já existentes no processo da sua elaboração como *feature* na geodatabase. O *Feature dataset* da Cartografia foi então estruturado às *layers* já existentes seguindo a configuração descrita na tabela 1.

LAYERS	Modelo de dados - Tipo	Conteúdo
AM_ParkingStandLocation	Vectorial - Ponto	Pontos que identificam os stands
AM_VerticalPointStructure	Vectorial - Ponto	Estruturas verticais sauperiores a 30 metros altitude
AM_AerodromeReferencePoint	Vectorial - Ponto	Ponto central, apurado através do centróide
AM_LandAndHoldShortOperationLocation	Vectorial - Linha	Linhas de espera para cruzamento de pista
AM_PaintedCenterline	Vectorial - Linha	Linha central da pista
AM_RunwayThreshold	Vectorial - Ponto	Pontos que identificam a soleira da pista.
AM_RunwayExitLine	Vectorial - Linha	Linhas de saída dos Runway
AM_StandGuidanceLine	Vectorial - Linha	Linhas que direcionam aos stands
AM_TaxiwayGuidanceLine	Vectorial - Linha	Linhas de direcionamento de circulação nos Taxiways
AM_TaxiwayHoldingPosition	Vectorial - Linha	Linhas que impõem uma espera para autorização de circulação em áreas restritas
AM_TaxiwayIntersectionMarking	Vectorial - Linha	Marcas de intersecção de Taxiway
AM_VerticalLineStructure	Vectorial - Linha	Estruturas verticais sauperiores a 30 metros altitude
AM_ApronElement	Vectorial - Polígono	Áreas de aproximação stands e pistas
AM_ConstructionArea	Vectorial - Polígono	Áreas de infraestruturas - Edifícios
AM_ParkingStandArea	Vectorial - Polígono	Identificam as áreas dos stands
AM_RunwayDisplacedArea	Vectorial - Polígono	Áreas posteriores à soleira de pista
AM_RunwayElement	Vectorial - Polígono	Área de runway
AM_RunwayIntersection	Vectorial - Polígono	Áreas de intersecção de Runway
AM_RunwayMarking	Vectorial - Polígono	Áreas de marcação nos runway
AM_RunwayShoulder	Vectorial - Polígono	Áreas de protecção e segurança dos runways
AM_ServiceRoad	Vectorial - Polígono	Estradas de circulação caminhos periféricos
AM_TaxiwayElement	Vectorial - Polígono	Taxyway
AM_TaxiwayShoulder	Vectorial - Polígono	Áreas de protecção e segurança dos Taxiways
AM_VerticalPolygonalStructure	Vectorial - Polígono	Estruturas verticais sauperiores a 30 metros altitude

**Tabela 1 – Normalização de Layers**

A existência de uma matriz de dados de seguimento e o reconhecimento dos dados de cada uma das *layers*, possibilitou o processo de rectificação e homogeneização cartográfica. No entanto, a aplicação da metodologia acarreta um processo inicial de tratamento manual dos dados, pois a tarefa de correção tem de ser verificada elemento a elemento. O processo metodológico pode ser descrito de forma sumária apresentada na figura 3.



**Figura 3-** Esquema metodológico de correção da Cartografia dos Aeroportos sobre gestão da ANA, SA tendo por base Cartografia do Aeroporto de Lisboa – Jeppsen.

## 1.4 Resultados

A cartografia aeronáutica, encerra conceitos operacionais próprios, que definem a maior parte das vezes procedimentos de ação nas áreas representadas.

A necessidade de entendimento desses conceitos, garante o enquadramento dos elementos geográficos, à estrutura normalizada pelas entidades reguladoras nacionais e internacionais, definindo a qualidade da cartografia existente.

Em termos de resultados obtidos, os dados existentes, permitiram orientar um processo de organização da cartografia ao exigido e regulamentado. No entanto, não foi possível actualizar a mesma, a um enquadramento real do existente, dado que, para além do Google Earth, não existia informação actualizada para a comparação e retificação de dados.



**Figura 4-** Cartografia do Aeroporto de Faro.

### 1.5 Problemas e Adversidades

Os problemas de processamento foram de várias naturezas, no entanto muito mais intensos na primeira fase de tratamento de dados. A recollecção de informação e o tratamento aos dados eleitos (slaves), os da melhor cartografia – Lisboa (master) foi uma tarefa complicada. Adicionalmente, o apuramento de erros cartográficos na cartografia dita correcta, promoveu maiores dúvidas iniciais na conceptualização da estratégia, através do conhecimento global dos dados existentes.

Expõem-se então mais detalhadamente a natureza dos problemas e das adversidades advindas na prossecução do trabalho:

- A base da cartografia existente tinha formatos muito diferentes: AutoCAD, Microstation e alguns dados em Shape. Isto trouxe logo uma enorme dificuldade dada a disparidade e falta de coerência entre a informação, pois os dados não tinham uma lógica global intrínseca.

- A relação entre dados foi morosa e exigente, pela necessidade de uma limpeza topológica cuidada dada a existência de inúmeros erros na criação de dados (duplicação de linhas, polígonos não fechados que promoviam uma característica diferente da sua natureza à entidade geográfica, transformando uma área em uma estrutura de linhas que alterava o significado e sentido de umas coisas relativamente a outras).

- A validação de todas entidades presentes nas layers – separação temática consagrada às layers masters da cartografia de Lisboa, dificuldade na correlação de elementos pela ausência de atributos e na sua existência a falta de correlação entre elementos, falta de conexão em termos de nomes e pouca clareza nos mesmos - criou, em determinadas alturas, dúvidas na aplicação da nomenclatura em relação aos espaços realçados (exº zonas - que zonas? Edifícios, quais? Estacionamento- que tipo de estacionamento, de carros de aeronaves?).

- Incorreções na cartografia modelo, impossibilitando o paralelismo dos dados nomeadamente nas layers:

- AM\_VerticalPointStructure – A cartografia de Lisboa apresentava diferenças altimétricas enormes sem critérios claros para o efeito. Para a clarificação destas, efectuei exportações para kmz em ArcGIS, de modo a verificar em Google Earth o espaço de referência, não tendo no entanto sido tão claro que dissipasse por completo qualquer dúvida relativamente aos elementos em questão.

- AM\_Aerodrome reference point – Foi aplicada a ferramenta que permitiu criar um ponto de centralidade no projecto – Centróide.

- A necessidade de entender determinados conceitos e conhecer normas e legislação, levou à necessidade de contactar elementos das operações aeroportuárias que auxiliaram tanto em explicação de conceitos operacionais, bem

como, na disponibilização de documentação para análise. Nesse sentido foram promovidas reuniões formais e informais, com especialistas na área da actividade operacional, para que a integração destes dados, ocorresse dentro do possível no melhor entendimento da realidade operacional.

- A escolha pelo Aeroporto de Faro, foi efectuada por exclusão de partes, dado que Lisboa teria de ser o exemplo a seguir pois já se encontrava estruturada às normas regulamentares Nacionais e Internacionais. Por este motivo estes dados estavam mais adequados às necessidades exigidas da estruturação de dados cartográficos nomeadamente pelo organismo regulador que é a ICAO. Assim ficou à partida estabelecido como a base e ficou automaticamente excluído da análise. A cartografia do Aeroporto do Porto já se encontrava a ser processada pelo INOV e não fazia sentido tratar a par estes dados. O Aeroporto de Faro, dada a complexidade dos elementos que compunham a sua cartografia de base, concedia um maior desafio logo à partida.

Em resumo, o grande desafio consistiu no tratamento inicial dos dados e no processamento de base, uma vez que os conceitos são difíceis de integrar e necessitavam de um enquadramento no cenário de operações, de modo a entender determinadas necessidades. Esta dificuldade acresceu, quando na análise dos dados existentes se verificou a individualização existente entre organismos que se responsabilizam por cada infra-estrutura e a adopção de critérios não gerais que se adequam a realidades locais, mas que no entanto se destruturam de critérios globais inadvertidamente.

## **1.6 Trabalhos Futuros**

O benefício que representa a integração da informação da cartografia aeronáutica em SIG, é que capacita um sem número de operações de composição de dados de proveniência variada, em mapas generalistas que podem servir a inúmeras situações e que são realizados de forma quase imediata. Esta capacidade, adquire-se tendo em conta um trabalho de manutenção de dados, que poderão ter associados um grau tão grande de fiabilidade quanto for o grau de manutenção dos mesmos.

Em termos de desenvolvimentos futuros, gostaria de aplicar um método de análise que permitisse atribuir um índice de qualidade à cartografia. Para o cálculo



deste valor seriam analisados dados como a frequência de recolha, o erro associado à informação fornecida no seu estado bruto, a capacidade de actualização (tendo em conta os meios e a capacidade de o fazer – automática ou manual, ou mesmo ambas), a base de aquisição, entre outros elementos que teriam de ser analisados de modo a promover um valor o mais rigoroso possível, qualificando a informação.

Outro objectivo era a estruturação de um histórico, que permitisse a criação de um legado (uma memória), promovendo uma visão apoiada no passado de forma justificada e parametrizada. Este factor pouco ou nada valorizado permite um olhar esclarecido para o futuro, quando temos uma concertação do passado, para além de permitir um enquadramento aos IGT em vigor, prevendo uma gestão e integração aos mesmo.

Da mesma forma, a integração e disponibilização da cartografia num portal WEB, seria uma mais-valia, nomeadamente no enquadramento de um workflow operacional que identificasse a natureza das necessidades e encaminhasse automaticamente a situação (correctiva, informativa) para os serviços responsáveis. Esta ferramenta teria de ter em conta os vários níveis de permissão, edição e acesso à aplicação, de modo a que transversalmente estivesse protegida da utilização abusiva ou incorrecta, desencadeando erros ou falsos eventos desnecessários. Uma implementação desta natureza é um valor acrescentado à manutenção mais qualitativa dos dados e um apoio crucial a nível operacional.

A plataforma teria de ser pensada em termos de arquitectura, no entanto a nível de sistema de disponibilização simples de dados, existem Software Opensource que disponibilizam este tipo de plataformas com um bom nível de serviço. No entanto para integrar um conjunto de permissões e prioridades que respeitassem um workflow com consideração às actividades a que se focassem, teria de ser desenvolvida a ferramenta, com uma arquitectura de sistema desenhada à medida da realidade que se visava a implementação.

Ficou pendente a confirmação da informação tratada e compilada, dos dados em formato DWG para SHP, através da comparação de dados (Fotografia, mapa, outros), de modo a aferir se toda a informação se encontra incluída e actualizada.

## 2. SESAR

Segundo Siim Kallas, Vice-Presidente da Comissão Europeia para os transportes, *“We need effective governance & innovative funds for the deployment of SES (Single European Sky) technologies. This is a priority for the next Financial perspectives”*. O programa SESAR -Single European Sky ATM Research consiste numa das iniciativas mais ambiciosas em termos de pesquisa e desenvolvimento de projectos para o sector aeronáutico, lançado pela Comissão Europeia.

A vertente tecnológica aplicada à área operacional da iniciativa Europeia concertada no SES – Single European Sky, pretende incrementar as capacidades futuras de sustentabilidade dos aeroportos, tendo em vista conceitos de segurança, ambiente, financeiros, aliados à segurança aérea (ATM – Air Traffic Management).

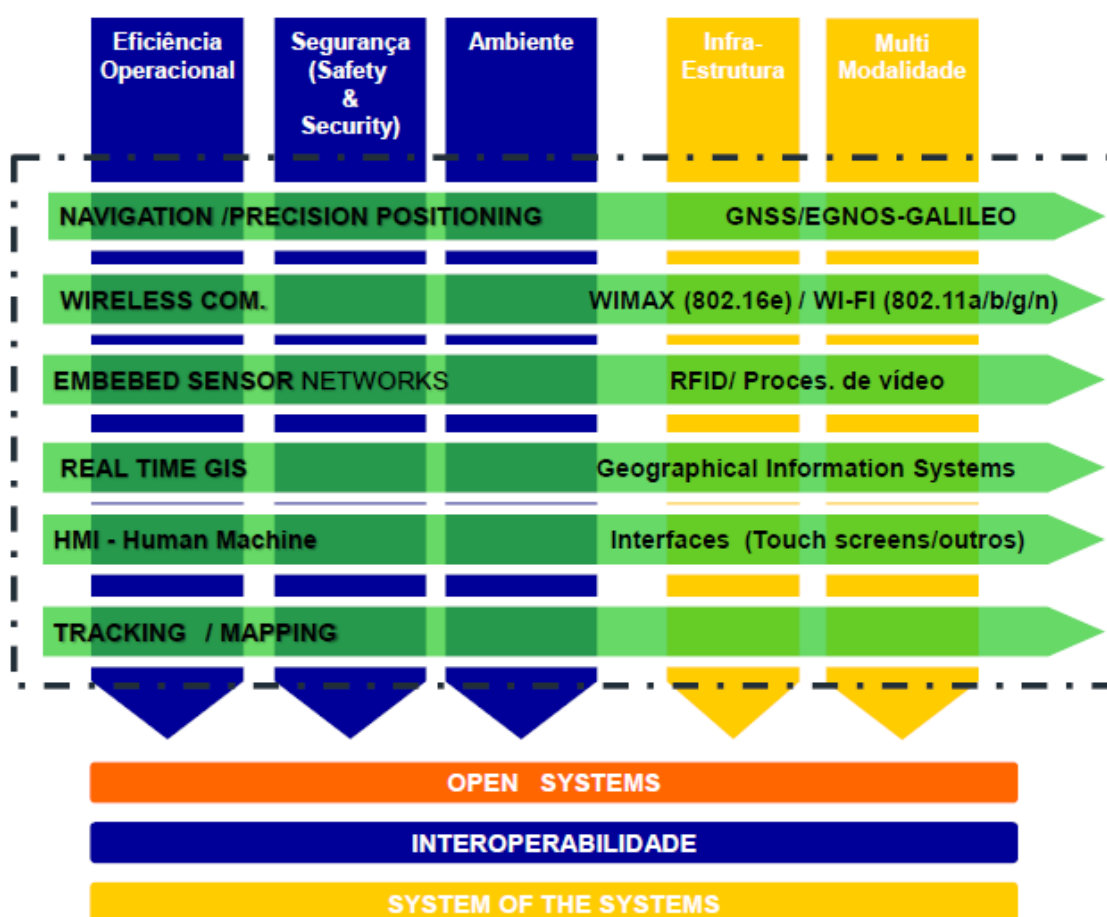
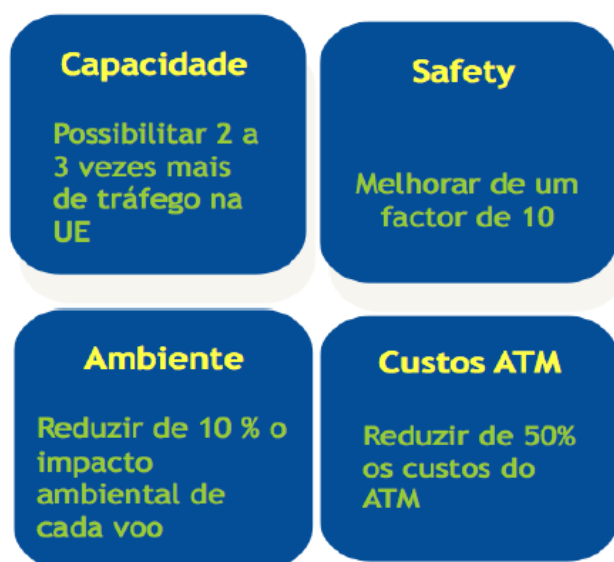


Figura 5- Quadro Estratégico SESAR.

Os primeiros passos no desenvolvimento do EC SES (European Commission Single European Sky), remontam a 2004. Através da Comissão Europeia, começaram a ser enquadrados os objectivos para a reforma do espaço aéreo Europeu, com a prospeção de nova legislação aplicável para o ajuste das perspectivas de capacidade e segurança dos aeroportos neste espaço.

O SESAR representa a dimensão tecnológica do EC SES, e tem como objectivo a alteração paradigmática da visão da gestão dos aeroportos através do incremento tecnológico sustentado na inovação. Por sua vez, o objectivo do SESAR-Joint Undertaking, visa a modernização e desenvolvimento da gestão do tráfego aéreo Europeu, onde se espera que os sistemas futuros incrementem a segurança e a fluidez das rotas dos próximos 30 anos, criando melhores condições ambientais, e a redução de custos na Gestão do Tráfego Aéreo.



**Figura 6-** Objectivos SESAR.

A ANA – Aeroportos de Portugal S.A. como convidada, da ACI – Airport Council International, para integrar um dos grupos de aeroportos deverá validar soluções aeroportuárias para pequenos e médios aeroportos e integrada na segunda fase (2008-2013) de validação, avançou com os aeroportos sobre sua gestão (ALS – Aeroporto de Lisboa, ASC – Aeroporto Sá Carneiro, AFR – Aeroporto de Faro e DAA – Direção Aeroporto dos Açores) para resposta às OFA’s descritas em baixo:

- OFA 01.02.01 – Airport Safety Nets (ASN)
- OFA 04.02.01 – Surface Planning and Routing (SPR)
- OFA 05.03.06 – User Driven Prioritization Process (UDPP)
- OFA 06.01.01 – integrated Control Working Positions (iCWP)
- OFA 06.03.01 – Remote Tower (RT)

## **2.1 Trabalho Desenvolvido**

No domínio deste projecto o trabalho desenvolvido teve em vista o suporte concertado a cada um dos responsáveis das OFA (Operational Focus Area), na consolidação das propostas para envio à ACI. Neste âmbito e dada a integração no projecto, tive a participação nas reuniões de grupo ocorridas para enquadramento das temáticas em desenvolvimento, para posterior apoio na escolha dos documentos, integração e concertação das propostas em desenvolvimento.

## **2.2 Trabalhos Futuros**

A concertação e uma visão global da gestão de cada aeroporto da comunidade europeia, tem de basear-se em sistemas seguros, fidedignos e eficazes, que possuam a capacidade de comunicar localmente aos meios de gestão. Adicionalmente, a arquitetura deve assentar em bases uniformizadas no que se refere à legislação aplicável, procedimentos, e códigos de comunicação, dado que deve ser um elemento de fluidez e facilitação, e nunca de entropia.

O interesse de conhecimento da aplicação das novas tecnologias baseadas na Detecção Remota, tem-se insurgido nomeadamente com o desenvolvimento do Sistema Global de Navegação por Satélite Europeu (GNSS - Global Navigation Satellite System) – através da constelação de satélites Galileo.

A aplicabilidade das novas tecnologias, para desenvolvimento de soluções no âmbito aeronáutico, é vasta. O impacto dos financiamentos Europeus com os programas existentes com vista ao desenvolvimento tecnológico, deve ser aproveitado beneficiando o tecido empresarial.

A capacidade de integração e comunicação das novas tecnologias, para incremento da segurança, nomeadamente em estruturas aeroportuárias, potencia a sustentabilidade operacional nestas áreas. Essa promove a sustentabilidade da gestão e capacita a integração destes importantes pólos às redes de transporte internacionais, alterando paradigmas a uma nova modernidade.

### **3. TRANSPORLIS**

“ O TRANSPORLIS é um sistema de informação multimodal da Área Metropolitana de Lisboa, da responsabilidade de uma parceria formada pela ANA, Carris, Metro e Transportes do Sul (MTS), CP, Câmara Municipal do Barreiro, Fertagus, Metropolitano de Lisboa, PT Comunicações, Rodoviária de Lisboa, Scotturb, Vimeca e AMTL”.

O projecto TRANSPORLIS, é um exemplo da aplicação de análise espacial ao serviço da mobilidade integrada, em prol da sociedade e da sustentabilidade ambiental e energética das cidades, fornecido gratuitamente aos utilizadores.

Este projecto, é um exemplo de cooperação entre entidades públicas com responsabilidades na área de transportes, operadores de transportes e poder local, com interesses partilhados numa base sustentável à promoção da utilização de energias mais limpas na circulação da cidade.

Iniciado por altura da EXPO 98 – com o nome de AMMOS, potenciou a utilização das plataformas SIG como instrumento de suporte à mobilidade. Verificada a potencialidade destas plataformas, aos objectivos de promoção da mobilidade

sustentável, o TRANSPORLIS tem procurado adquirir novas funcionalidades e adequar-se à modernidade tecnológica latente.

O projecto foi desenvolvido numa plataforma web, com base num sistema de informação geográfica, onde se congrega informação variada relativa aos transportes públicos de Lisboa (carreiras, horários, paragens, trajectos, preços), agregando informação municipal e da protecção civil, com vista à elaboração de mapas interactivos que promovam uma circulação na cidade através de transportes públicos, carros eléctricos e bicicletas, na busca de uma melhoria da sustentabilidade ambiental e energética da cidade de Lisboa.

A resposta baseia-se nos dados que alimentam a plataforma e devem ser facultados de forma rápida, orientada ao objectivo específico apontado, e tendo em conta critérios como distâncias, tempos, custos, comodidade e adequabilidade à mobilidade do mesmo, e aos seus interesses de circulação mono ou multimodais. Será assim providenciado ao utilizador, a garantia de maior adequabilidade à sua chegada ao destino expectado, baseado em critérios de total sustentabilidade, e promovendo a circulação por transportes públicos e eléctricos no interior da cidade.

O cruzamento de dados é elaborado criteriosamente para os objetivos de integração de informação, de proveniência variada (informação municipal e protecção civil), que promoverão com base num algoritmo de cálculo de percursos (nacional), a identificação de viabilidade de percursos ótimos, para a deslocação.

Os objetivos são eleitos pelo utente na sua conveniência física e (ou) económica, sempre com clara base na sustentabilidade ambiental e energética que apoia todo o conceito do desenvolvimento. O utilizador pode verificar imediatamente o gasto que representa o percurso (valor por transporte próprio, por aluguer de híbrido, por transportes públicos, ou combinando as opções), e para utilizadores de fora da área metropolitana de Lisboa, tem em conta as facilidades promovidas no estacionamento.

### **3.1 Trabalho Desenvolvido**

O trabalho desenvolvido em sede de estágio, permitiu o envolvimento nas temáticas da mobilidade urbana em que possuo grande interesse, principalmente na integração com as actividades aeroportuárias.

Esta visão operacional característica do projeto Transporlis aliada aos conhecimentos já adquiridos, ampliou e permitiu uma melhor compreensão de conceitos e um entendimento de como se desenvolvem na realidade estes projectos, concedendo uma abordagem mais integrada ao universo empresarial, na sua vertente das relações e mediações que devem existir para a consolidação concertada de interesses.

A minha intervenção neste projecto deu-se numa óptica de apoio, análise de soluções propostas e apoio nas tarefas de suporte a reuniões (Grupo Operacional e Comité de Gestão) dos parceiros do projecto. Pessoalmente, foi uma oportunidade de grande interesse, que me permitiu uma visão mais integrada da aplicação das tecnologias num ambiente real. E dado ser um projecto que persegue interesses de várias entidades concorrentes envolvidas, promoveu a experiência de concertar activamente e da melhor maneira as conveniências de todos os envolvidos.

Em sede de estágio foi elaborada uma plataforma, ou protótipo, para integração ou complemento ao TRANSPORLIS que tem como objectivo, realizar um inquérito *online* simples (5 a 10 perguntas de escolha fechada) para obter tendências, e quantificar em utilização e qualidade atribuída pelo utilizador, ampliando a potencialidade da plataforma, na resposta aos operadores.

### **3.2 Trabalhos Futuros**

Incluo este trabalho, em trabalhos futuros, dado que poderia ser mais explorado para fins conclusivos mais relevantes, e poderia potenciar a plataforma tanto a utilizadores como operadores e parceiros. O sistema deverá incluir a disponibilidade de inclusão de informação de várias proveniências, promovendo uma integração das necessidades de utilizadores a uma gestão mais efectiva considerando a informação percebida. Nesse sentido encontram-se em desenvolvimento a inclusão de mais dados relevantes, nos quais se incluem: eventos da cidade, hotéis e dados com relevância e interesse ao utilizador, que irão potenciar o TRANSPORLIS a

grupos mais vastos de utilizadores. Essa vantagem enaltece interesses, na promoção integrada de eventos da cidade, e na utilização sustentável de meios, promovendo uma gestão concertada, coerente e potenciando a utilização a todos os intervenientes.

#### **4. BIRD STRIKE**

As aves são desde sempre um perigo potencial para as aeronaves. O desenvolvimento do transporte aéreo, a gestão urbana associada a ordenamento do território desfragmentado influenciam substancialmente o comportamento das aves e grupos de aves na proximidade a um avião (BREVES REFLEXÕES sobre BIRD STRIKES EM PORTUGAL, 2011).

O equipamento de radar nos aeroportos é, normalmente, bidimensional, i.e., capaz de fornecer informação sobre o azimute e distância de um objecto, conferindo oportunidade de quantificar a probabilidade de distribuição horizontal e vertical dos mesmos. Estes equipamentos são normalmente usados apenas para controlo e gestão de tráfego, inutilizando-os enquanto ferramentas efectivas de avaliação do risco, controlo de aves e gestão do habitat, indispensáveis para reduzir a presença de aves nos aeródromos (NAV-SISTEMAS DE APOIO À GESTÃO DE TRÁFEGO, 2005).

A investigação dos fenómenos de birdstrike tem evoluído no sentido de melhorar a aerodinâmica das aeronaves ou a aplicação de elementos ecológicos para afastar os animais nas imediações dos aeroportos. Contudo, as acções e políticas de gestão do risco de bird strike devem passar também pelo planeamento e o uso efectivo de recursos e procedimentos existentes, que reflectam os princípios de gestão de segurança operacional exigidos aos operadores de aeródromo no âmbito das suas responsabilidades.

Nesse sentido, torna-se imperativo o desenvolvimento de metodologias não invasivas apoiadas nos sistemas de vigilância que visem garantir a identificação correcta de animais para posterior integração em sistema de alerta, gerindo eficazmente a gestão de colisões de aves em aeroportos.



No que respeita à identificação de aves e análise dos padrões de voo das mesmas, os radares doppler e de vigilância são considerados uma potencial ferramenta (KOISTINEN, 2000 e DESHOLM, 2006).

Os radares com sistemas de vigilância conseguem controlar um único alvo de cada vez, e podem ser ainda usados para descrever os movimentos tridimensionais do alvo e fornecer dados sobre a velocidade de solo, posição e modulações de reflectividade. Por sua vez, os radares doppler são capazes de medir a direcção e a velocidade à medida que o objecto se desloca, mesmo que o alvo se desloque em direcção oposta à do radar (DESHOLM, 2006).

Para além das limitações técnicas, os procedimentos metodológicos são também eles limitativos para a correcta compreensão do comportamento de aves e respectivo impacto neste contexto. A correcta quantificação dos padrões de deslocamento das aves, por exemplo, requer amostragem da seção transversal do radar, da assinatura de eco, da velocidade do ar, da direcção de voo e da distância do alvo. Nenhum sistema de radar possui ainda forma de obter todos esses parâmetros com um simples método. Pelo menos dois métodos de amostragem teriam de ser combinados para quantificar correctamente a migração das aves e a análise de produtos que requeiram a combinação de métodos de digitalização para obter dados sobre distribuições altitudinais e de direcção de voo, tornam a quantificação e comparação destes métodos problemática (DESHOLM, 2006 e SCHMALJOHANN, 2008)

Contudo, e apesar das limitações, nos últimos 50 anos, os radares têm sido utilizados como ferramenta no estudo dos fenómenos de deslocação de aves, registando informação acerca da densidade, direcção, velocidade, altitude e posição dos animais no ar. Diversas metodologias complementares existem e têm sido usadas na tentativa de validar os dados obtidos por radar (DESHOLM, 2006 e SCHMALJOHANN, 2008).

Existem planos para o desenvolvimento de radares destinados exclusivamente a detecção de pássaros em movimento e que visam a recolha de dados em três

dimensões das trajectórias e a frequência de batimento de asa de longo alcance. A investigação focada neste sistema é escassa e assenta na aplicabilidade do sistema e interfaces de utilizadores, deixando uma lacuna na potencialidade e validação dos dados gerados pelos sub-sistemas de processamento de sinal e filtros associados.

#### **4.1 Trabalho Desenvolvido**

Um dos objectivos que surgiu, mas por incapacidade de testes não permitiu verificar a capacidade de aplicação, consistia em desenvolver uma ferramenta tecnológica que permitisse detectar e identificar aves, para posteriormente desencadear um processo de alerta e consequente acção para as afastar.

A materialização seria através do desenvolvimento de um algoritmo tendo por base parâmetro associados a um sistema de radar para identificar inequivocamente aves (tamanho, forma, deslocação, temperatura, etc.), para posteriormente desencadear uma acção de afastamento dos perímetros de pista.

A opção de escolha pelo projecto foi fruto de uma necessidade real, de um problema que se encontra na ordem do dia da segurança aeronáutica. Nesse sentido, foi efectuado o Estado da Arte da tecnologia relativa à Deteção de Aves, e analisado o parecer a entidades e indivíduos que abordam a problemática.

#### **4.2 Resultados**

No decorrer do período de estágio foram promovidas algumas reuniões junto da área de Security do Aeroporto de Lisboa, com o Eng<sup>o</sup> Telmo Abana, que revelaram a necessidade e o interesse no desenvolvimento de soluções, para a Deteção e consequente afastamento de aves em perímetros aeroportuários.

O interesse inicial, consistiu no reconhecimento da tecnologia de deteção em uso, e na tentativa de utilização de dados (óticos, radar) que permitissem experimentar o processamento, para análise. Dado, à inexistência de dados desta natureza, foi contactada também a NAV, e a Marinha Portuguesa, na expectativa da possibilidade de utilização de dados para o processamento experimental. Após reuniões com elementos de ambas entidades (NAV – Eng<sup>o</sup> Luís Pissarro e Eng<sup>o</sup> Álvaro

Albino), foi verificado que os níveis de pré processamento dos radares em funcionamento, não previam a extração destes elementos (aves).

#### **4.3 Trabalhos Futuros**

Apesar das especificidades de cada sistema de radar e respectivas limitações tecnológicas, torna-se imperativo o desenvolvimento de um algoritmo que permita a partir de elementos de registos electromagnéticos obtidos por tecnologia remota - radar, identificar inequivocamente aves.

Para trabalhos futuros, seria interessante a experimentação e cruzamento de tecnologias de deteção remota (radar, ótico, térmico) para a monitorização de aves nestas áreas.

#### **5. G-AOC**

O projeto G-AOC, apresentado em 2009 à ESA – European Spatial Agency pelo IPB – Instituto Politécnico de Beja em parceria com a ANA – Aeroportos de Portugal S.A., surge como uma inovação tecnológica relevante, na elaboração automatizada de Cartas de Obstrução Aeronáuticas, baseadas na fusão de dados de Deteção Remota. Essas cartas seriam actualizadas automaticamente, através de processamento inSAR (interferometria radar), que permitia a extração de elementos que se alterassem no terreno, em perímetros aeronáuticos. Assim se automatizava o processo de elaboração de cartas de alterações de solo (LDC – Land Change Detection).

O projecto G-AOC visa a automatização do processo para a criação de Cartas Aeronáuticas, através de processamento de dados inSAR em fusão a outros meios de Deteção Remota (óptico e outros). Este sistema deve de uma forma automática, através de algoritmo criado para processamento e integração destes dados, elaborar as cartas de Obstrução do Perímetro Aeroportuário definido nos parâmetros da ICAO anexo 15 – E-TOD (anexo 1), permitindo dentro dos designados ciclos AIRAC, extrair as alterações altimétricas de terreno (LDC – Land Change Detection).

O projecto tem por base a construção de um Modelo Digital de Superfície (DSM) dentro de parâmetros de precisão horizontal e vertical, em conformidade aos valores estabelecidos pela ICAO. Este modelo Digital de Superfície, seria a base para a

confrontação dos dados, que de uma forma automatizada ao ciclo AIRAC, processaria a informação de alteração da superfície.

O processo seria automatizado através do processamento interferométrico dos dados radar de abertura sintética, captados em plataformas orbitais (ENVISAT-ERS2). O processo previa a captação de diferenças altimétricas por meio de algoritmo de processamento de dados, na criação automatizada das cartas de Obstrução Aeronáuticas.

A base conceptual do projecto, previa a prossecução de princípios de eficiência da Segurança, e a redução de encargos com o processamento e execução das AOC (Aeronautical Obstruction Charts). As exigências em termos de legislação da Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO), tem de ser respeitadas escrupulosamente, garantindo que o erro médio quadrático dos dados (Obstáculos naturais e humanos), se enquadra dentro dos parâmetros estabelecidos pela ICAO, para cada uma das 4 áreas territoriais previstas no Anexo 15 da ICAO, capítulo 10 (eTOD) e no documento 9881 da ICAO.

A temporalidade da informação, seria amplamente otimizada, pois através de uma automatização do processo, os dados seriam processados através de algoritmo criado, sem ser necessário um processo de verificação manual de pontos. A natureza da aquisição de dados por satélite, não condiciona como no presente processo por meio de Airborne Laser-Scanning/ and Light Detection and Ranging (ALS/LiDAR), a aquisição diurna de dados, interditando o transporte aéreo para o efeito, o que se torna mais uma vantagem em termos de custos e otimização de processo.

A base de implementação deste processo, seria uma plataforma SIG. Que serviria para edição e apoio na integração de dados para um processo mais eficiente na elaboração de cartas de Obstrução nos perímetros aeronáuticos.

No entanto, essa abordagem tecnológica não é isenta de fragilidades, e a concepção de um modelo ou protótipo desta natureza, principalmente em áreas urbanas, não é uma tarefa linear. No reconhecimento deste facto, está o interesse de ampliar a capacidade alcançada em sede do projecto G-AOC que se apresentou como um desafio de interesse na prossecução de novas soluções neste domínio.

Como refere (TISON et al, 2007) *“The retrieval of 3-D surface models of the Earth is a major issue of remote sensing. Some nice results have already been obtained at medium resolution with optical and radar imaging sensors. For instance, missions such as the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) or the SPOT HRS have provided accurate digital terrain models. The computation of a digital surface model (DSM) over urban areas is the new challenging issue. Since the recent improvements in radar image resolution, synthetic aperture radar (SAR) interferometry, which had already proved its efficiency at low resolution, has provided an accurate tool for urban 3-D monitoring. However, the complexity of urban areas and high resolution SAR images prevents the straightforward computation of an accurate DSM”*.

A dificuldade de extração de elementos da superfície de áreas urbanas, através de sistema radar *spaceborne*, promove um desafio que se encontra a ser explorado amplamente por toda a Europa. (TISON et al, 2007 e PERISSIN, 2002)

As temáticas de extração de altimetrias em áreas urbanas através de sensores espaciais, suscita interesse pela aplicabilidade em várias áreas. No sector aeronáutico esse interesse é acrescido, derivado ao impacto financeiro e temporal que pode ser diminuído. Esse concentra-se na capacidade de construção de Modelos Digitais de Superfície, através de dados obtidos de sensores espaciais, que permitam uma precisão dentro dos limites estabelecidos pela ICAO para a elaboração das Cartas Aeronáuticas.

A Europa tenciona tornar-se líder na área das tecnologias espaciais. Para esse objetivo, contribui a potencialidade do Programa de satélites Galileo, que incrementa a precisão dos sistemas de navegação por satélite já existentes. Os sinais de navegação por satélite potenciam a eficácia e soluções a larga escala, nomeadamente no que respeita à utilização no enquadramento dos sistemas de transportes.

O Programa Galileo conta com uma constelação inicial de 27 satélites, que se prevê alargar para 30 futuramente. Esta estará em órbita a mais de 20 000 Km da terra.

Os serviços básicos disponibilizados serão gratuitos. Em termos de precisões verticais e horizontais, estima um nível de precisão na ordem de 1 metro, além de

prever a disponibilização de serviço de posicionamento em áreas consideradas críticas com outros sistemas.

### **5.1 Processo de Aquisição e Tratamento de Dados**

Os dados utilizados para o projecto, foram fornecidos pela ESA, no âmbito do financiamento e apoio concedidos. Em termos de ferramentas de processamento de dados, o Software utilizado foi o ENVY Sarscape 4.8. Em termos de adequação, é uma ferramenta bastante funcional, pois, já tem disponível para processamento automático funcionalidades normalizadas, para o processo de correção, análise e processamento de dados. No entanto, sendo um Software cujas licenças têm um valor elevado, a alternativa poderia ter sido a utilização de softwares open source, ou os disponibilizados pela ESA, que se poderiam enquadrar para o alcance semelhante de resultados.

A execução do processamento, ficou a cargo da empresa EDISOFT e dos inventores da tecnologia IPB – Instituto Politécnico de Beja. Consistiu na avaliação dos dados concedidos pela ESA (cerca de 40 imagens), que não se encontravam na totalidade em condições de qualidade que permitissem a utilização para processamento. O problema, residiu no tempo de aquisição das mesmas, que coincidiu com a fase final de vida útil do satélite, sendo que o mesmo se encontrava em rota para a inutilização. Nomeadamente na área geográfica dos açores e ilhas, as imagens não são muitas vezes completas, pois estão muito próximas de grandes extensões de Oceano onde coincide, que os satélites de observação de Terra como é o caso do ENVISAT, se desliguem para recuperação de energia. Na análise das imagens disponibilizadas, apurou-se que o grupo de imagens adequadas a processamento, seria apropriado para o processamento SBAS – Small Baseline Subset, em detrimento do inicialmente delineado, que seria o processamento interferométrico de imagens através de PSI – Permanent Scatterers Interferometry.

A técnica de SBAS – Small Baseline Subset, consiste no apuramento de pontos estáveis na matriz de imagens elegidas em pequenos grupos. A técnica permite encontrar diferenças muito pequenas na ordem dos milímetros e centímetros de deformações na superfície terrestre, tendo em conta a resolução dos dados de entrada para processamento (BERARDINO et al, 2002).

A construção do modelo tridimensional de superfície, a base do projecto, ficou a cargo do IPB. O processamento interferométrico de dados inSAR, permite uma medição precisa do tempo de percurso de emissão e recepção do feixe de radiação enviado (microondas), do sensor a determinado ponto da superfície. O DSM (Digital Surface Model) criado para a base do projeto, foi produzido através do processamento destes dados, e comparado a modelos já existentes (SRTM, ASTER) para análise das precisões.

Em termos de requerimentos da ICAO, os DSM das áreas territoriais apontadas para o projecto, Área 1 que considera todo o território Nacional, devia enquadrar níveis de precisão: horizontal e vertical, respectivamente na ordem dos 50 metros, e 30 metros. Para a Área 2, que considera um raio de 45 Kilómetros desde o ARP – Airport Reference Point, os níveis de precisão horizontal e vertical, deveriam enquadrar-se nos 5 e 3 metros respectivamente.

Os dados foram georreferenciados segundo os requerimentos da ICAO, no sistema de projeção WGS 84, tendo em conta o geóide de referência para a altitude EGM96 Earth Geopotential Model. A correção geométrica das imagens teve em conta os 99 pontos da rede geodésica nacional, bem como os dados fornecidos pela ESA relativamente às orbitas e movimento ascendente e descendente dos sensores ERS1 e 2.

O objetivo da ANA,SA, no suporte ao projeto, consistia na obtenção da patente para futura comercialização do produto, no mercado Nacional e Internacional. No seguimento desse objectivo e no decorrer do período de estágio, foi também promovido o acompanhamento relativo ao processo de pedido de patente para várias áreas Internacionais. Esse acompanhamento consistiu na análise das reivindicações dos gabinetes e no apoio na elaboração de resposta concertada com os parceiros do projecto, na clarificação de aspectos técnicos e na análise do estado da arte da tecnologia envolvida.

## **5.2 Trabalho Desenvolvido**

O trabalho realizado, baseou-se na análise dos dados fornecidos pelos intervenientes do desenvolvimento, parametrizando a evolução do projecto dentro

dos objetivos previamente estabelecidos avaliando os resultados e relatórios desenvolvidos.

O papel da ANA no processo, previa também a realização de documentos de apoio e de análise, aos quais também foi dado suporte em termos de desenvolvimento. Entre esses contam-se o Relatório de Disseminação, o Relatórios de Progresso de Trabalhos, as Atas de Reuniões e de resposta aos pedidos de Patentes.

O desenvolvimento de uma solução desta natureza, conta com dificuldades, pois necessita de um período longo de investigação e desenvolvimento, dada a natureza pouco explorada da tecnologia a par da pouca disseminação de conhecimento operacional da mesma. Nesse sentido, no seguimento do estágio, iniciei um trabalho de análise relativamente ao Estado da Arte e desenvolvimentos existentes com base em Detecção Remota, que permitam iniciar a delinear uma abordagem estratégica para a minha tese de Doutoramento.

### **5.3 Trabalhos Futuros**

As dificuldades encontradas ao longo do projecto foram surgindo a par do desenvolvimento. No entanto, não sendo desenvolvida a solução automatizada apontada inicialmente, foi conseguido o processamento de dados com índices de precisão dentro dos parâmetros requeridos pela ICAO. A solução está neste momento a ser aprovada pelos parceiros do projeto, para submissão à ESA, sendo que a finalização do projecto está para breve. A fase em que o projecto encerra o seu ciclo de parceria, representa uma oportunidade a ser explorada, e a intenção de desenvolvimento, começou em sede de estágio a ser ponderada.

O conhecimento pouco disseminado a nível de investigação operacional, principalmente em sistemas radar, representa um desafio cuja investigação de soluções que incluam as novas plataformas, nomeadamente o Galileo, podem ser de vasto interesse científico e empresarial.

Nesse enquadramento, conto com a possibilidade de ser aprovada a tese de Doutoramento em 2013, onde tenciono desenvolver a ideia inicial do projeto G-AOC, na extração automatizada de dados altimétricos em perímetros urbanos, através do cruzamento de dados radar com dados no domínio do ótico.



A elaboração da proposta já está em desenvolvimento, com o Professor Doutor João Catalão da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que aceitou apoiar em termos técnicos, no desenvolvimento e orientação da tese. E com o Professor Doutor Rui Pedro Julião.

## **6. OUTROS PROJECTOS**

Ao longo do período de estágio, contribui em outros projectos no âmbito de enquadramento das temáticas da aplicação das tecnologias e monitorização de dados. Sendo que, na realidade a participação terá sido prospectiva, e de âmbito mais administrativo, não verifiquei necessidade de um enquadramento particular em relatório.

SMART\_ER – projecto EUROSTARS visa proporcionar aos agentes gestores de espaços públicos mecanismos que lhes permitam conhecer não só o estado de ocupação e utilização a cada momento mas também para prever e actuar proactivamente no sentido de evitar situações críticas. O sistema pretende proporcionar mecanismos de alerta fiáveis, informando os decisores de quando devem agir, eventualmente com o tipo de decisão a tomar, reduzindo por conseguinte o número de operacionais necessários para assegurar um nível de segurança elevado.

SECAIR\_ No âmbito do Programa EuroStars, patrocinado pelo EUREKA e Comissão Europeia, o objectivo do projeto é demonstrar a capacidade de controlo e vigilância de veículos (em pistas, plataforma, taxiways e no interior dos terminais de bagagem), controle do serviço operacional, bem como de segurança (Security e Safety) para análise dos acontecimentos passados /tempo-real com base na integração de localização por Rádio Frequência e de vigilância por vídeo. Esta integração permitirá obter o conhecimento da situação completa no lado-ar dos aeroportos em quaisquer condições de visibilidade e condições meteorológicas.

O enquadramento dos projectos, verifica uma natureza clara de monitorização e tratamento de dados remotos, que perfeitamente se situa no âmbito das competências académicas adquiridas. Posto isto, seria interessante a prospeção e desenvolvimento de soluções de aplicabilidade das tecnologias (DR e SIG) ao serviço dos projectos, o que poderia ser interessante em desenvolvimentos futuros.



### III. CONCLUSÃO

A oportunidade de desenvolvimento das competências teóricas, em ambiente operacional real, foi única. Tendo em conta a área de especialização emergente e de pouca disseminação, o carácter único da oportunidade oferecida é de facto enaltecido.

As novas tecnologias de informação e comunicação, estão em constante evolução, e os meios em surgimento (novos satélites e constelações, capacidades de Softwares Open source) promovem meios de baixo custo e grande potencialidade, a caminhos de crescente inovação no seio empresarial e científico. A capacidade das empresas se manterem na vanguarda das tecnologias, pode definir o estabelecimento futuro na economia e sociedade. Numa era de grande competitividade é fundamental a qualquer organismo, aproveitar e capacitar o tecido humano das suas organizações, com recursos que potenciem a empresa, hoje, e no futuro.

Os sistemas de informação geográfica, estão a ser uma aposta em vários domínios, pois são uma ferramenta com inúmeras possibilidades e que não se esgota em instrumentos que se sustentam numa base de licenciamento caro, dada às hipóteses de acesso Open Source já existente. A informação nos dias de hoje, tem um valor superior a bens e capital, pois a sua aplicação correcta e coerente, pode representar grande poder na gestão e na estratégia. A capacidade destes sistemas, na integração de dados de inúmeras fontes e no cruzamento dessa informação para determinados objetivos, promove um posicionamento mais favorável a uma visão e ação conciliadora de interesses. O papel das novas tecnologias é cada vez mais integrado nas necessidades de gestão de pequenas e médias empresas, pois eles definem a capacidade fundamentada da resposta, adequando-a à realidade dos vários factores que a condicionam.

Posto isto, o interesse da comunidade aeronáutica é crescente, em soluções inovadoras, de baixo custo, de resolução temporal adequada, e com níveis de precisão que se enquadram nas exigências internacionais.

#### **IV. PRIMEIROS PASSOS PARA A TESE DE DOUTORAMENTO**

O desenvolvimento do estágio numa actividade cujo background tem já um histórico de vários anos em diferentes sectores de actividades (ANA e Stakeholders aeroportuários) representou logo uma mais-valia, sobretudo no conhecimento do universo aeroportuário que é específico em grande parte nas suas características – operacionalização, regulamentação, legislação, entre outros.

Derivado a representar uma área que o interesse de desenvolvimento pessoal continha e contém forte relevância para ambas as partes, encaminhou a ambição de aprofundização de conhecimentos e a exploração de novos contextos que se materializaram na incursão em Doutoramento.

Em Setembro de 2011, tendo sido admitida para o Doutoramento E-Planning, iniciei o delinear da estratégia para o desenvolvimento da tese, consolidada no conhecimento adquirido no estágio e integrada nas necessidades que existiam nomeadamente no projecto G-AOC.

. A especificidade e novidade das questões, relativamente à exploração de dados radar, e ao processamento interferométrico dos mesmos para a captação de alterações em perímetros aeronáuticos, sugere um tema que se enquadra e interessa a várias entidades da actividade. Nomeadamente, na captação automática de alterações no terreno, em intervalos temporais que coincidam nos ciclos AIRAC da aviação, e cuja extração e processamento automático se integre numa base SIG.

Seria então este o objectivo final e o enquadramento para a tese. Dada a pouca disseminação do conhecimento deste ramo (Radares espaciais) da Deteção Remota, nomeadamente em áreas operacionais, foi sugerido o apoio do Professor Catalão da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que foi desde logo aceite. Nesse sentido, foi desenvolvido por meio do intercâmbio com a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa o interesse de iniciar a par do estágio os primeiros desenvolvimentos para a tese de doutoramento sobre as temáticas de – extracção automática de altimetria dos objectos em perímetros urbanos, pelo cruzamento de dados radar e dados ópticos. A par do estágio, iniciei o desenvolvimento de trabalho

de investigação sobre o Estado da Arte deste tema, que seria a base para o enquadramento à proposta de tese a submeter em 2013.

## IV. BIBLIOGRAFIA

### BIBLIOGRAFIA

- **ICAO Annex 4, Annex 14, Annex 15 and Doc 9881** - Airport Obstruction Charts (AOC), and Precision Approach Terrain Charts
- AVERY, T.; BERLIN G.; **Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation**; 5ª Edição, New Jersey; 1992.
- Aeronaves, D.d.G.d.P.e.I.d.A.c., **BREVES REFLEXÕES sobre BIRD STRIKES EM PORTUGAL**, MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO, 2011
- BAZZANI, CAPRIOLLI, GIORGINI, SERVIZI, TURCHETTI, MELCHIORRE, LUCANDI, ZAOLI; **Un modelo per la mobilità assistemática nel Centro Storico di Rimini**; 7 de Novembro de 2003.
- BAZZANI, GIORGINI, RAMBALDI; **Modeling Urban Mobility for E-Governance with Low Energy Complexity**.
- BERARDINO P., FORNARO G., LANARI R., SANSOSTI; **A new Algorithm for Surface Deformation Monitoring based on Small Baseline Differential SAR Interferograms**; E., IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens., 40 (11): 2375-2383, 2002
- BRUNDTLAND G. H., **Relatório Brundtland**, ONU, 1987.
- TISON C., TUPIN F., MAÎTRE H.; **“A Fusion Scheme for Joint Retrieval of Urban Height Map and Classification From High-Resolution Interferometric SAR Images”** . E., IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens., 45 (2), 2007.
- DESHOLM M. et al., **Remote techniques for counting and estimating the number of bird–wind turbine collisions at sea: a review**, 2006,
- eMobility - Deliverable **D3.2 - White Paper on Future Internet in a Post-IP era**, European Comission
- FERRETTI A., PRATI C., ROCCA F.; **Nonlinear Subsidence Rate Estimation Using Permanent Scatterers in Differential SAR Interferometry**, IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens., 38 (5), 2202-2212, 2000
- KOISTINEN J., **Bird migration patterns on weather radars. Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere**, 2000
- NAV Portugal, E.P.E. **SISTEMAS DE APOIO À GESTÃO DE TRÁFEGO**. 2005

- NORA M., ANDREAS S.; **E-Mobility for Tropical Megacities** – The TUM CREATE Centre for Electro Mobility.
- MAGAGNIN R.; **Um sistema de suporte à decisão na internet para o planeamento da mobilidade urbana / A web-based decision support system for urban mobility planning.**
- COSTA M.; **Mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal / Sustainable urban mobility: a comparative study and the bases for a management system in Brazil and Portugal.**
- COSTA M.; **Um índice de mobilidade urbana sustentável / An index of sustainable urban mobility.**
- MENESES P.; **Fundamentos de Radiometria Óptica Espectral**; Brasília; 2001.
- PORTUGAL, T., PENT – **Plano Estratégico Nacional do Turismo**, Lisboa, Ministério da Economia e da Inovação, 2006.
- PORTUGAL, T., PENT – **Plano Estratégico Nacional do Turismo** – propostas para revisão no horizonte 2015: versão 2.0, Lisboa, 2010.
- SCHMALJOHANN H. et al., **Quantification of bird migration by radar – a detection probability problem**, 2008
- STEHMAN S., CZAPLEWSKI R., **Design and analysis for thematic map accuracy assessment: fundamental principles. Remote Sensing of Environment**, 1998
- STORPER M., **The regional world: territorial development in a global economy**, New York; Guilford Press, 1997
- SWARBROOKE J., **Turismo Sustentável: Conceitos e Impacto Ambiental**, DIGITUR-Análise Funcional, 1999
- VALE M., LUCAS M., PAINHO M., **Web GIS e desenvolvimento sustentável**, 2009

## WEBGRAFIA

- TRANSPORLIS - <http://www.transporlis.sapo.pt>

- *Airport Cities World Conference and Exhibition*, in, <http://www.globalairportcities.com/events/airport-cities-2012-april-25-27/about-airport-cities-2012> , acedido em Junho 2012
- *Atlas do Ambiente*, in <http://www.iambiente.pt/atlas/> , acedido em Junho de 2012.
- Clean Transport, Urban Transport & Intelligent Transport (ITS), in [http://ec.europa.eu/transport/urban/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/urban/index_en.htm). , acedido em Junho de 2012
- Programa INTERREG in <http://www.interreg3c.net/sixcms/detail.php?id=310> , acedido em Junho de 2012
- PORTUGAL, T. (2011), **Plano Estratégico Lisboa**, [http://www.visitlisboa.com/getdoc/2d96a472-47a7-408c-a606-977c0f7ab032/ATL-Plano\\_Estrategico-2011-2014.aspx](http://www.visitlisboa.com/getdoc/2d96a472-47a7-408c-a606-977c0f7ab032/ATL-Plano_Estrategico-2011-2014.aspx), acedido em Julho de 2012.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Airport Cities World Conference and Exhibition* <http://www.globalairportcities.com/events/airport-cities-2012-april-25-27/about-airport-cities-2012>
- Estatísticas oficiais dos transportes de 2010 do INE.
- ARONOFF S.; **Geographic Information systems: A Management Perspective**, WDL Publication, 1989
- NORHEIM R., QUEIJA V., HAUGERUD R., **Comparison of LIDAR and INSAR DEMs with dense ground control**, in <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc02/pap0442/p0442.htm>.
- Aviation Glossary, in [http://www.bleedair.de/index.php?option=com\\_definition&func=display&letter=A&Itemid=78&catid=52&page=1](http://www.bleedair.de/index.php?option=com_definition&func=display&letter=A&Itemid=78&catid=52&page=1).
- Aeronaves, D.d.G.d.P.e.I.d.A.c., **BREVES REFLEXÕES sobre BIRD STRIKES EM PORTUGAL**; MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO, 2011



- NAV Portugal, E.P.E. **SISTEMAS DE APOIO À GESTÃO DE TRÁFEGO**, 2005
- KOISTINEN J., **Bird migration patterns on weather radars. Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere**, 25(10–12): p. 1185-1193, 2000
- DESHOLM M. et al., **Remote techniques for counting and estimating the number of bird–wind turbine collisions at sea: a review. Ibis**, 148: p. 76-89, 2006
- SCHMALJOHANN H., et al., **Quantification of bird migration by radar – a detection probability problem. Ibis**, 150(2): p. 342-355, 2008
- TISON C., TUPIN F., MAÎTRE H., **“A Fusion Scheme for Joint Retrieval of Urban Height Map and Classification From High-Resolution Interferometric SAR Images”**. E., IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens. (45), 2007
- PERISSIN D., ROCCA F., **URBAN DEM**; Politecnico di Milano, 2002

## V. LISTA DE FIGURAS OU ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de operacionalização de um sistema SIG. ....	9
Figura 2 – Arquitectura A-Guidance.....	12
Figura 3- Esquema metodológico de correção da Cartografia dos Aeroportos sobre gestão da ANA, SA tendo por base Cartografia do Aeroporto de Lisboa – Jeppsen. ....	18
Figura 4- Cartografia do Aeroporto de Faro.....	19
Figura 5- Quadro Estratégico SESAR. ....	23
Figura 6- Objectivos SESAR.....	24

## VI. LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Normalização de Layers.....	17
--	----

## **VII. ANEXO(S)**

## **1. ANEXO 1 – RELATÓRIO CURSO ESA**

### ***InSAR course – 26<sup>th</sup> and 27<sup>th</sup> September, Frascati – Italy ESRIN***

*In the perspective of the best performance in the short training period during the above mentioned days in NEST inSAR course, I've tried to construct a basis of knowledge, to help me getting all the crucial information from the course days.*

*To the preparation, some requirements were fulfilled in high prioritization due to the short period of time:*

*.NEST SW installation, and collected all the image of the GAOC Project to the working PC. However due to the nature of the images with different tracks and orbits I was not able to experience with G-AOC images the interferometry process. In spite of that, I am still trying to compare in an excel sheet some pairs of images to perform the exercises we've made and I hope to get some results as those obtained in the course days. However, if better examples could be available from ENVISAT, and if it would be possible to make them accessible to us it would be really wonderful, allowing us to try some results more suitable to the project needs.*

*ENVI Sarscape - installation and experiments (work with the images in this SW, trough the support of the tutorials of the Help menu). As this module of ENVI allows the data processing, I have been trying to understand if it's possible to attend any online course, because last year were made some sessions. The tutorial of this SW was essential to obtain some theoretical basis that were really precious to understand the first part of the course.*

*.I've had been in touch with Andrea Radius from Edisoft, what has been very helpful. In his possibility we've talked via skype, and through email he sent me some information to read not so technical as the usual tutorials that allow me to look under a different perspective.*

*.In Portugal I'm already in touch with the professors of FC-UL (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), Professor João Catalão and Professor Cristina Catita. She is one of the few knowledgeable and experienced expert in inSar DSM. Her Phd Thesis is about the application of radar interferometry technology applied to the*

geomorphology study in Pico (Faial, Açores) - **Interferometria radar por satélite aplicada ao estudo da morfologia e da deformação da região Pico-Faial**, Spaceborne radar interferometry. At present I've attended theoretical and practical lessons in Faculdade de Ciências de Lisboa and I am delighted with the support offered by both – Cristina Catita e João Catalão, and interest they showed on the G-AOC project as well. They also offered me a prompt help in some interferometric image experiences, that we will schedule for next coming weeks.

For me the training course was excellent. I had little knowledge in this active sensors technology; I was capable to understand some concepts that I read through the preparation for the course but I could not properly understand them as well as I do now. The sessions were organized in two blocks - an initial theoretical part followed by a practical one with monitored step by step exercises, aimed at understanding all process to interferometry.

They were very accurate in the concepts and topics from radar technology that were crucial to its understanding, because having only two days it was impossible to get further in the main aspects of radar, that is far more complex than the optical sensors technology.

In general, the important basis were given, but now, it would require an additional exploration and tests to be more confident in working with the software. This is why I am trying to compare some of the available images to test results based on the exercises and concepts acquired in the course.

The NEST software is being developed by a partnership with a TUDelft University, that is using DORIS processing functions. As DORIS and NEST are open source SW, it seems to me that we can have an opportunity to explore the capabilities of project development based in a non-paid technology, but I don't know if it's sufficient for all the development needed in all the phases of the project, that is why I am trying to learn how to use Sarscape because it seems to me it's more complete, and in optical technology I've always worked with ENVI and I am used to it.

The group (I can only speak about the people that I've had the opportunity to talk) seems to me that in general were mostly from European Universities with a few

*exceptions. The main scientific and academic reasons for the participants to come were related to the environmental themes. I met no one with aeronautical interests, which meant that I was unable to share some experiments and knowledge based in this area. Socially it was a great opportunity to get some International references in this area that was important, to pursuit in a near future for some aid in general difficulties, and to network with closed circles and groups really important in scientific areas, where the advanced knowledge is not spread and disseminated out of their limits.*

*This year, I intend to apply some seminars during my Phd, to perform and get more knowledge in radar technology in FC-UL (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), with Professor Catalão and Professor Catita. I hope to be able to explore more deeply, some capabilities to implement in project G-AOC, that would allow this project to reach the results initially expected, for the most representative and crucial area, named area 2 by ICAO.*

*With the experience obtained in NEST, I will practice on SarScape model of ENVI. I think it's important to compare the results in more than one SW to verify outcomes and to achieve best results for different situations.*

*I am very thankful to be included in this course, and I was very surprised by fact that this kind of solution is not more used in the aeronautical field. This can really allow future developments in this area.*

*I would like to thank ESA, Mr Bjorn Romenn and ANA, Mr Tomás Baganha and Mrs Isabel Oliveira for the opportunity they offered me to improve my personal and professional development in this area.*

*Isabel Cristina Claro*

*30 Sep. 2011*

